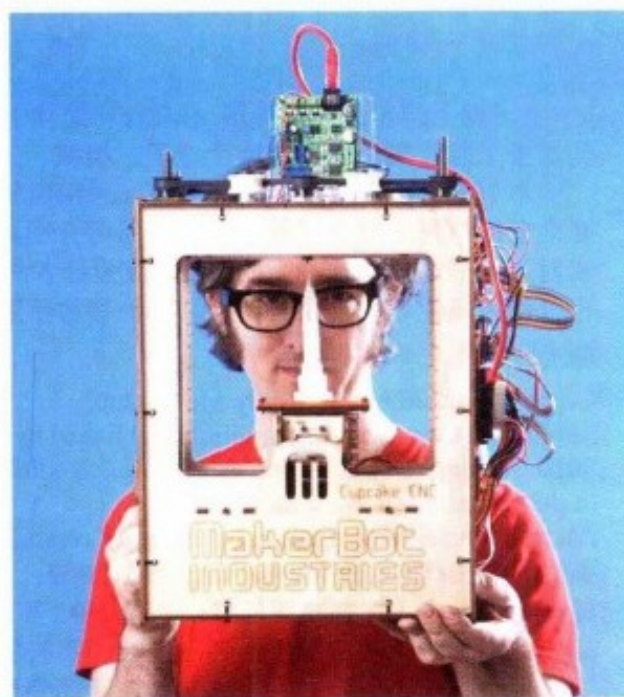




O'REILLY®

爱上制作¹¹

一切皆可制作



[美] O'Reilly 编

曾学明 译

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

爱上制作. 11 / (美) 奥莱理编 ; 曾学明译. — 北京 : 人民邮电出版社, 2011. 8
ISBN 978-7-115-25433-7

I. ①爱… II. ①奥… ②曾… III. ①电子器件—制作 IV. ①TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第087588号

内 容 提 要

《爱上制作11》是美国《Make》简体中文版系列丛书之一。本书包括各种日常生活中的创意手工制作项目, 内容涉及电子、机械、工具、户外、家庭、音乐等方面。

本书语言深入浅出、通俗易懂, 采用实物照片、插画和文字相结合的方式, 把制作项目需要准备的材料、制作过程、如何使用等介绍得生动有趣, 给读者以启迪, 为DIY提供了丰富的素材。本书适合喜欢动手的各类DIY爱好者阅读, 是制作爱好者开阔眼界、启发思维的宝典, 也可作为高校和中学课外科技活动的参考手册。

版权声明

Copyright ©2009 by O'Reilly Media, Inc.

Simplified Chinese Edition, jointly published by O'Reilly Media, Inc. and Posts & Telecom Press, 2010. Authorized translation of the English edition, 2009 O'Reilly Media, Inc., the owner of all rights to publish and sell the same.

All rights reserved including the rights of reproduction in whole or in part in any form.

英文原版由O'Reilly Media, Inc. 出版2009。

简体中文版由人民邮电出版社出版 2010。英文原版的翻译得到O'Reilly Media, Inc.的授权。此简体中文版的出版和销售得到出版权和销售权的所有者——O'Reilly Media, Inc.的许可。

版权所有, 未得书面许可, 本书的任何部分和全部不得以任何形式重制。

爱上制作 11

- ◆ 编 [美] O'Reilly
译 曾学明
责任编辑 黄 彤
执行编辑 胡 洁
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京画中画印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 700×1000 1/16
印张: 10.75
字数: 274 千字 2011 年 8 月第 1 版
印数: 1—5 000 册 2011 年 8 月北京第 1 次印刷
著作权合同登记号 图字: 01-2010-7141 号

ISBN 978-7-115-25433-7

定价: 35.00 元

读者服务热线: (010) 67132705 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

译者序

转眼间，距上次翻译《爱上制作3》已经一年了，在这一年里我对在家里面就能实现的DIY制作又有了新的认识：DIY不是单纯的某个专业方向的制作爱好，而是一种精神，一种自己去制作、去创造一切并共享的精神。

由于有了网络，有了技术共享，以前只有专业人士才能完成的工作现在普通人就可以做了！我4岁的女儿最近对音乐很感兴趣，有个亲戚听说后就把一部多年不用的钢琴送给我们，并告诉我钢琴需要调律。我对钢琴一窍不通，于是就在网上搜索“钢琴调律”，找到了一个钢琴论坛，上面有网名“韦伯猫”的网友教大家利用调律软件进行钢琴调律DIY的帖子《调律DIY——大家一起来学调律》，这个帖子已经到了100多页了。帖子上说：“如果你小时候拆装过自行车，闹钟之类东西，又能够重新装起来，并且让他们恢复使用状态的，那恭喜你，你具备DIY调律的素养了”。由于这个调律方法无需音叉和乐理知识，我的信心大涨。赶紧按照指导买了几个简单工具，安装好调律软件就开工了。调好一遍后，随便弹了几个键，不懂音乐的老婆都说比调之前好听多了，看来还算是成功啊。

DIY并不仅有益于你的家庭生活，如果在工作中能发挥DIY的能力，必定能为你的职场表现加分！去年底，我所在的部门要做一个X光机的测试，急需一个测试台，而按正常流程去画个草图然后找供应商加工怎么也得一周，我知道后把这个活接下来了。然后利用在家里做家具的一点经验，拎着电动刀锯找了一块废包装箱的厚木板制作起来，两个小时就搞定了，完全满足测试的要求，老板看了也赞不绝口。

一直以来，在国内能找到的有关制作方面的杂志全都是单一专业方向的，比如《无线电》、《电子制作》和《航空模型》等等，一看刊名就知道这些杂志各自都只覆盖了一个方向。而对于制作爱好者来说，他们从某一个专业方向开始爱上DIY，很快就会发展到各种方向。比如一个喜欢电子制作的爱好者要做一个小制作，电路调试完成后要做一个小机箱，于是就接触到了钣金，买了扳手等工具；家里的水龙头坏了，于是也能修一修；凳子坏了自己修，又接触木工了。大家想要找一本覆盖家庭制作各个方向的刊物是不可能的，直到出现了翻译版的《爱上制作》。

《爱上制作》给大家提供了许多家庭制作项目的参考。这个系列丛书以较大的篇幅介绍了小型数控雕刻机和小型快速成型机，国内有许许多多爱好者制作了数控雕刻机，而快速成型机的DIY在国内还几乎没有见到。看了造雪机一文后明白了人工滑雪场造雪原理，尽管我们绝大多数的制作爱好者没有后院，无法实践，但这篇文章还是挺值得一读的。给我启发最大的是《用充电电钻改装自行车》一文，我已经计划把女儿的童车用我的得伟充电电钻改为电动自行车，女儿要骑上这个电动自行车在小区里面一定非常吸引眼球。在中国用蜡烛装点餐桌好像比较少见，因此《齿轮驱动的蜡烛台》一文看起来似乎没有实用价值，其实不然，文中用电钻制作齿轮的方法让人大开眼界，喜欢机械的爱好者一定得仔细阅读。

读完本书，你会发现“一切皆可制作”不仅仅是《爱上制作》的口号，这其实是一种精神，是一种去制作、创造一切并共享的精神！

——曾学明

用光驱制作CD转盘

99元/套+15元邮费

特点 光驱控制器是一款用单片机来控制光驱播放CD的控制板。网上称它为CDROM控制器。CDROM控制器是通过IDE接口来控制光驱的。它的优点是方便地实现CD机的基本功能。如：显示时间、曲目等；用遥控器、按键控制光驱播放、暂停、选曲、进出盘等。

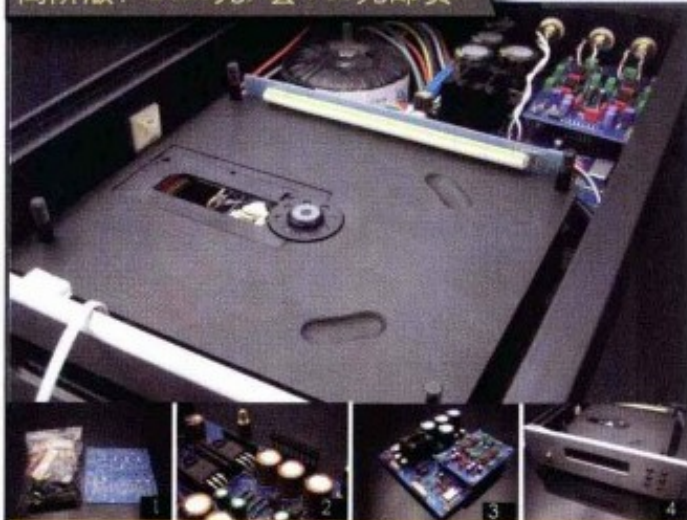


制作方法详见
《无线电》杂志 2010 年第 2 期

自己组装顶推式CD机

标准版：1780元/套+50元邮费

高阶版：2680元/套+50元邮费



特点：本套件是一款适合音响爱好者制作的顶推盖式CD机套件。采用VAM1202型激光头，全铝结构机芯，全铝遥控器，具有一路音频输出和一路数字同轴输出。

制作方法详见
《无线电》杂志 2010 年第 4 期

自制音响测试仪

99元/套+15元邮费

特点 本套件主要用来配合计算机声卡测量扬声器和音箱的各项参数，是一款DIY音箱简单实用的测量工具。



制作方法详见
《无线电》杂志 2010 年第 5 期

您的广告位

爱上制作

一切皆可制作

市场部电话：010-67129313 / 67129307

邮箱：chuweiwei@ptpress.com.cn

购买方式：1. 邮局汇款：北京市崇文区夕照寺街14号A座，《无线电》杂志社收，邮编100061，请在汇款单上注明相应套件名称及联系电话
2. 淘宝店购买：<http://shop59935144.taobao.com>

注：以上套件供货时间及价格仅在2011年之内有效。咨询热线：010-67134361。

套件天地

购买方式: 1. 邮局汇款: 北京市崇文区夕照寺街14号A座,《无线电》杂志社收, 邮编100061, 请在汇款单上注明相应套件名称及联系电话。
2. 淘宝店购买: <http://boqu.taobao.com>

测量套件

99元/套+15元(邮费)

特点: 本套件主要用来配合计算机声卡测量扬声器和音箱的各项参数,是一款DIY音箱简单实用的测量工具。



制作方法详见
《无线电》2010年第5期杂志

Arduino入门基础套件

380元/套+15元(邮费)

特点: Arduino基础入门套件一款学习工具。它帮助你用流行的Arduino工具体验电子科技无穷的乐趣。所有套件零件无须焊接,直接在面包板上插拔即可,非常适合学习。另外,本套件还附带了10节实验课程,课程编排完全从初学者的角度考虑,每一节实验都配有图文结合的实验说明文档和非常有趣的例子程序,还有很大可供学习者发挥的空间,非常适合Arduino互动媒体爱好者、机器人爱好者、电子爱好者学习使用。



制作方法详见《无线电》2010年第10期杂志

3PA机器小车套件

639元/套+15元(邮费)

特点: 3PA机器小车采用2轮差速驱动,转弯半径趋近于零。机身采用高强度铝合金材料,高速电机加优质橡胶轮,运动灵活快速,适合在室内的平坦路面行进。小车使用Arduino控制器,编程简单。车身有很多安装孔,可以加装传感器、舵机、摄像头等,实现监控、寻线、避障等功能,可以用于机器人教学实践,也可用于机器车比赛。



制作方法详见
《无线电》2010年第11期杂志

6自由度机械臂套件

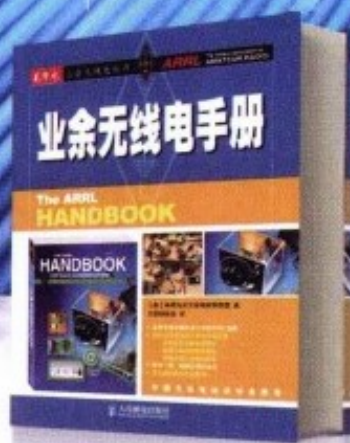
1270元/套+15元(邮费)

特点: 6自由度机械臂采用高强度铝合金材料,由Arduino控制器加6个微型伺服电机(舵机)来实现控制,分别对应于臂、肘、腕(2个自由度)、张合5个关节和1个旋转底座,每个关节可在一定范围内运动,底座可以实现左右90°旋转。机械臂上的夹持器能轻松夹起最大直径58mm、大小100g以上的物品。这款机械臂可以用手柄或无线遥控模块进行操控,是个非常不错的制作项目和机器人演示教学平台。

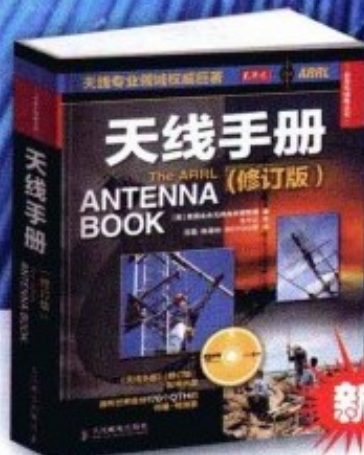
制作方法详见
《无线电》2010年第12期杂志



为爱好者和专业人士奉献的精品读物



页数: 1145 开本: 大16开
ISBN: 978-7-115-22276-3
定价: 240元



页数: 836 开本: 大16开
ISBN: 978-7-115-25011-7
定价: 180元

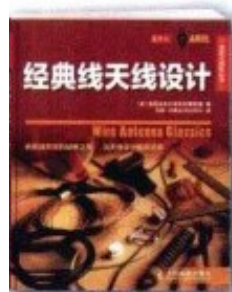


页数: 571
开本: 16开
ISBN: 978-7-115-24392-8
定价: 40元
(附赠光盘)

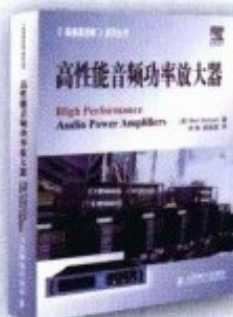


页数: 553
开本: 16开
ISBN: 978-7-115-24603-5
定价: 40元
(附赠光盘)

图书推荐



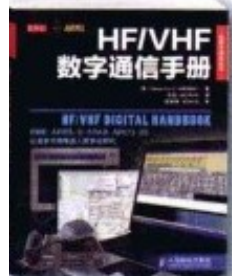
页数: 256
开本: 16开
ISBN: 978-7-115-24499-4
定价: 55元



页数: 450
开本: 16开
ISBN: 978-7-115-22295-4
定价: 80元



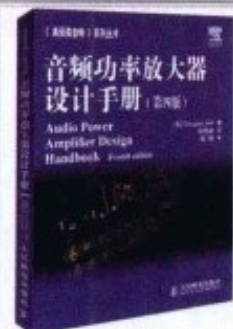
页数: 206
开本: 16开
ISBN: 978-7-115-23977-8
定价: 38元



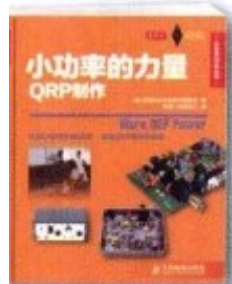
页数: 418
开本: 16开
ISBN: 978-7-115-23885-6
定价: 80元



页数: 150
开本: 大16开
ISBN: 978-7-115-17865-7
定价: 36元



页数: 473
开本: 16开
ISBN: 978-7-115-21385-3
定价: 80元



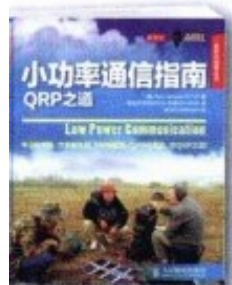
页数: 282
开本: 16开
ISBN: 978-7-115-22934-2
定价: 55元



页数: 217
开本: 大16开
ISBN: 978-7-115-20544-5
定价: 45元



页数: 348
开本: 16开
ISBN: 978-7-115-22257-2
定价: 49元
(部分彩印, 附赠光盘)



页数: 264
开本: 16开
ISBN: 978-7-115-23131-4
定价: 55元



页数: 284
开本: 大16开
ISBN: 978-7-115-20517-9
定价: 45元

购买
方式

全国各大书店
网上书城
均有销售

网店推荐

互动出版: <http://www.china-pub.com>
卓越亚马逊: <http://www.amazon.cn>
当当: <http://book.dangdang.com>

无线电

Radio.com.cn



刊号: ISSN 0512-4174
CN 11-1639/TN
邮发代号: 2-75

发烧音响制作 业余电台通信
开发实验维修 趣味基础入门

地址: 北京市崇文区夕照寺街14号A座
邮政编码: 100061 电箱: 101-67132837 67134361
网址: www.radio.com.cn 邮箱: radio@radio.com.cn

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

欢迎订阅
《无线电》杂志

爱上制作 11

一切皆可制作

目录

专题

制作:

桌面制造业

32: 革命即将到来

MakerBot工厂的内部观察
贝姬·斯特恩

40: DIY三维扫描仪

介绍一种电脑控制曲线扫描转盘
安德鲁·刘易斯

46: 花800美元自己做CNC机床

《制作你的CNC机床》的一位作者给大家的简介
詹姆斯·弗洛伊德·克里

50: 直接数字化的婚戒

用CAD软件和三维打印机创作定制首饰
乔纳森·奥克斯福德

52: 开源自复制机器

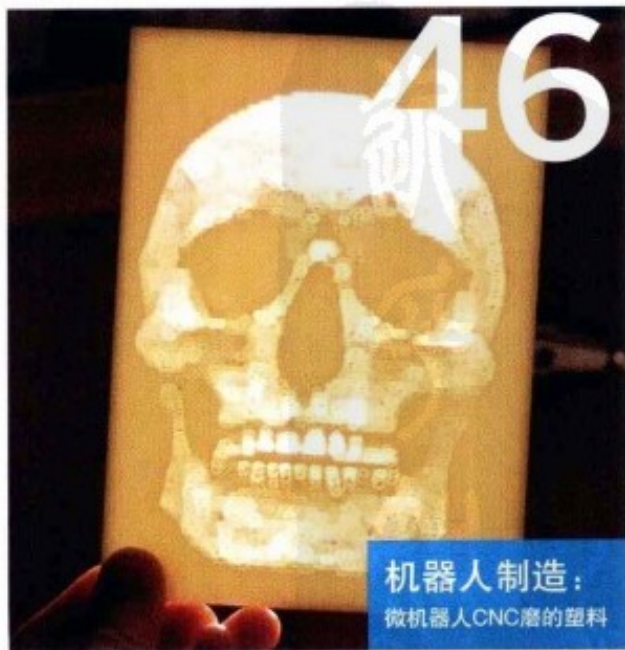
这台等离子切割器可以和他的RepRap兄弟互换和协作
阿贝·康纳利

54: CNC机床套件

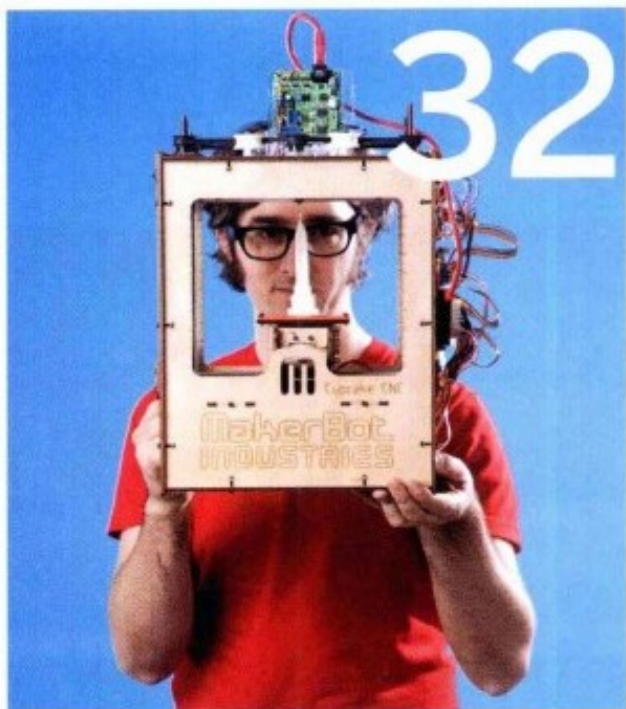
来自Lumenlab的高性能微型桌面CNC机床套件
史蒂夫·洛德芬克

56: 多足机器人制作

一个开源的DIY机器人系统
约翰·贝奇塔尔



机器人制造:
微机器人CNC磨的塑料



封面故事: MakerBot的合作创始人布雷·佩蒂斯在美国纽约市布鲁克林区的“Bot Cave”中举着CupCake CNC。凯特·南希摄影，山姆·墨菲造型。有关MakerBot产业的创始故事和CupCake的特点请看32页。

57: 艺术品的三维快速成型

三维打印和桌面制造系统创造者们告诉我们在他们视野里面的东西
格雷斯·布兰瑞恩

专栏

1: 欢迎词：很多事要做

5年了，我们才刚刚开始
戴尔·多尔蒂

2: 制造麻烦

疯狂的三维CAD
索尔·格里菲思

3: 自由自在地制作

你把谁称为非原创？
科里·多克托劳

4: 读者来信

我的小孩学习焊接，排查故障，喜欢捆扎艺术

14: 平民科学家

雪的科学
福里斯特·M·米姆斯三世

137: 权宜之计

水中着陆
李·D·茨洛托夫

制作：项目

传统雪茄盒吉他

手弹的音乐
马克·弗劳恩菲尔德

62



齿轮蜡烛台

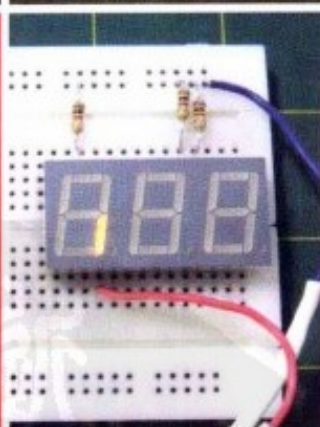
审美启示
本杰明·科顿

72

反应测试仪

用一个555时基芯片可以测试《爱上制作：电子篇》中的反应测试仪
查尔斯·普拉特

82



基础知识

电子发光线 (EL)

柔性发光线做小制作非常容易
路易斯·M.布里尔和史蒂夫·博韦里

129

爱上制作 11

一切皆可制作

制作爱好者

6: 地球上的制作

创新科技速写

17: 1+2+3杯子定位系统

塞·泰莫尼

18: 独辟蹊径

发明家埃迪·保罗永远走在大多数人前面

基思·哈蒙兹

24: 大孩子自行车

折弯的自行车和制作者格雷格·德高维亚

尼克·舒尔茨

26: 就地取材

雕刻成品和全木冲浪板制作者

皮特·史密斯

28: 废物工厂

明和电机株式会社让乐器大不同

莉萨·卡塔雅玛

29: 垂曲线太阳能反射器

用17世纪的数学创建21世纪的可再生能源技术

索·X·布伊

38: 权宜之计

“滴答滴答滴答”

李·D·兹洛托夫

94: 制作笔记：电钻自行车

骑一个二手充电电钻驱动、更快更有趣的迷你电动“朋克”自行车

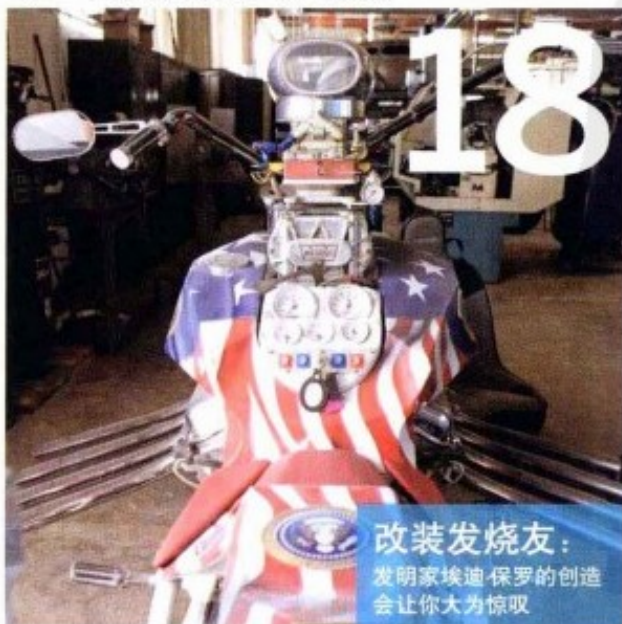
拉斯·拜尔

100: 1+2+3 安全的竹剑

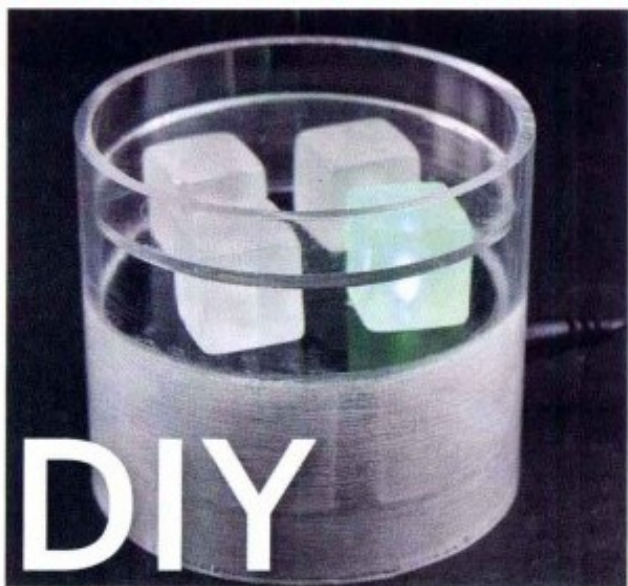
大卫·巴蒂诺

138: 工具箱

下面的东西可能是你正期待的一个简单的计算器、一个熨斗、一个音乐播放器和一个三维相机



提示：在开始制作本书介绍的项目前，请浏览相关网页以免漏掉了重要的更新或勘误。



101

101: 科技制作

超能力测试灯

105: 影像制作

慢拍快放

109: 户外制作

户外要素知识

组合式造雪枪

114: 家庭制作

葫芦灯笼

更好的皮革制品

119: 少儿制作

SCRATCH软件介绍

122: 办公室制作

照片魔方

“格伦加里”铜球

125: 工场制作

自动风速控制器

146: 玩具、技巧和诡计

中国的指南车

唐纳德·西马尼克

149: 制作爱好者日历

我们喜欢的世界各地的事件

由威廉·格斯特拉汇总

150: 工作室

来自美国华盛顿州西雅图市的莱恩·卡勒姆

劳拉·科克伦

152: 传家宝技术

临时船桨

蒂姆·安德森

155: 啊哈！智力游戏

蛋糕比赛

米歇尔·H·普赖尔

156: 重现历史

本杰明·富兰克林的电实验

威廉·格斯特拉

159: 钱币制作：风铃

有时候买的东西比直接用钱币来制作还贵

汤姆·帕克

160: 家酿

我的大型运气预告家

罗杰·赫斯

很多事要做

5年了，我们才刚刚开始。

本书这一期英文版的出版，标志着第6年的开始。它已经有了充满惊喜、挑战 and 精彩的5年。感谢订购或者在报刊厅里购买本书的每一位支持我们工作的朋友。5年很快就过去了，我和我的同事们已经认识了这么多在makezine.com的朋友，然而却感觉我们才刚刚开始，正期待着更多的可能。

《爱上制作》鼓舞了跨越年龄的几代人。最让我们惊讶的是《爱上制作》能同时吸引孩子和大人，让喜欢制作物品的他们走到了一起。无论你喜欢LPs还是MP3，学习DIY都能让你们感到兴奋和满足，希望我们这种新的伙伴关系更加紧密。

制作爱好者们变得越来越专业，同时有越来越多的专业人士认为自己是制作爱好者。爱好者们热衷于做自己喜欢的但往往被认为是很业余的东西，但是我们却发现一些制作者变得越来越专业。他们正在做套件，开发产品，提供服务，或者销售他们的专业知识。这些“基层的创新”被证实确实是新产品构想的有价值的资源。MakerBot公司开发了用于我们桌面的机械加工的外壳项目，就是一个很好的例子。制作者自己开发产品，将会激励其他人去创作新的产品。制作的精神在于激发创作想法，在工作场所赢得认可。这在制作爱好者社区里是个好消息，在如此具有挑战性的经济时代具有显著的意义。希望后面新书籍的畅销能促使更多的制作爱好者们开发出新的产品并提供技术服务。

即便是数字时代，这本书也提供了无以伦比的亲自动手的经验（在工作间的架子上放上全套《爱上制作丛书》是非常棒的）。我为这本书以及出版这本书的编辑和富有创造力的团队感到无比自豪，也非常感谢我们的读者让我们知道这本书对于他们意味着什么，让我们一

起去做好这件事情吧。

手工制作在教育界又开始得到重视。越来越多的人认识到手工制作是学习所有事物的最好的方式，是一个替代书本学习的切实可行的方法。这是对知道多少就能做多少这种看法的转变，也是不同复杂程度的想问题的一种方式。教育最重要的是要让学生智力和能力协调发展。亲自动手完成的工程就可以做到这一点，尤其是帮助学生们去探究他们的想法，发展并且和别人一起分享他们的想法。希望我们能促使更多的学生成为有创造性的制作者。

DIY并不意味着什么都自己做。DIY是一种似是而非的说法。自己动手做的最大好处就是你能发现有许多和你有一样爱好的人。有很多人都想要通过见面或者网络交流进行合作，有些人很赏识你而愿意提供帮助或给你鼓励。一起做事可以通过网络学到新的技术，使制作变得有趣并且高效。我希望看到全世界各地的各种制作爱好者社团快速的成长。

制作爱好者大会将走进底特律和纽约。2010年除了海湾地区，制作爱好者大会将扩展到这两个新城市，我们希望成为底特律新生的一部分，将与位于美国制造中心密歇根州迪尔伯恩的亨利·福特博物馆合作。底特律也是一些美国最好的音乐厂牌发源地。

我们很高兴能将制作爱好者大会放在纽约这个东海岸城市，地点就在纽约的科学会堂。这个城市拥有大量的制作爱好者，纽约为他们提供了很多开发创造、革新和教育的世界大舞台，希望大家也能融入其中。

未来的一年充满着希望，但愿我们能一起做得更多。

戴尔·多尔蒂是本书英文版的编辑和出版商。

疯狂的三维CAD

我 喜欢三维空间，开心而不乏味。我喜欢研究如何将很多行李挤进一个最小的箱子里，喜欢优化堆放方式使洗碗机里能够放进最多的盘子和杯子。毫不奇怪，我喜欢并沉溺于三维CAD软件。

我当前最大的一个工程就是设计并建造一个东西使我的生活方式更加低碳，同时提高或维持我当前的生活品质。

是的，我这么做是出于环保的缘故：我们正面临灾难性的气候变化，所以需要改变我们的生活方式。主要的问题是解决如何低碳生活，同时还要保证生活质量。在这个领域有无数高效和新型的设备被发明出来，如果所有的制作爱好者都能参与到低碳创新中，这个世界就有救了。

那么这些和我喜欢CAD有什么关系呢？是的，我现在正在做一种人力电动、方向盘姿态可调和前端载重的混合动力自行车，代号“Flying Nun”（飞翔的修女）。

使用三维CAD软件进行结构设计最大的好处在于：在虚拟的环境中进行原型设计，可以避免在制作阶段浪费材料和精力。在我切割金属材料之前，可以在软件中将设计好的部件组合起来，用参数化设计引擎可以确保自行车动力特性以及自行车横梁的质量。

三维CAD像一个基本的视频游戏，我觉得它就像俄罗斯方块、拼图、数独和汽车大盗游戏的完美综合体。在三维空间中去想象一个旋转的物体并把它设计成你想要的形状，是我能想到的最有意思的游戏。它让我进入了一个创造力大师米哈里·契克森米哈提到的思如泉涌的境界。

我使用过很多CAD软件，如：SolidWorks、Autodesk、Pro/E、Rhino、SketchUp和Alibre。不同的软件在某方面的功能都十分强大。如果当前的软件没有我需要的功能，就只能编写自己需要的CAD软件了。

三维CAD软件有一个在线的模型库。在设计的时候你不需要自己设计，可以直接拿来使用。我自行车上所有的螺母和螺栓都是使用mcmaster.com网站上的McMasterCarr的三维模型。有时我也在其他人的网站上发布的自行车部件的基础上进行改进设计。

另外，三维CAD最为出色的就是和CAM技术一起发展进步。现在我已经完成了自行车的设计工作，所有的部件正在加工中，然后装配成最后的产品。把产品的CAM外包给各种熟练的装配制造商后，返回的铝件和焊接件质量都非常好。

我自己在设计产品的原型上花费了很多精力，但是从每个装配制造商那里学习了很多知识，他们做得比我更好。我虽然知道怎么使焊接更坚固，但是我很敬重那些可以每次都把焊接做得很完美的人。我知道如何使用Bridgeport作坊，但是更喜欢和有多多年手工机械操作经验的工人一起使用新的数控机床。

在整个制作过程中，让我感到伤心的一件事情，就是由于使用新的三维设计软件，使我变得越来越懒惰了。我几乎记不起模块的标题、准确的尺寸图和在高中的时候学会的很多工程技术。在16岁的时候我练就了熟练的手工画图技术，这在当时是每个机械工程师必须具备素质。以前我们要费力地按照最基本的原则画出所有零件的图纸，所有的图纸都在二维空间完成，而现在我们仅仅需要画出10个图形，然后自由地使用“自动标注尺寸”这个功能就可以了。

我还记得弄脏的橡皮擦、直角尺和等距圆模板。我无法忘记它们，但是我哀叹它们神秘而美丽的逝去。我一直认为保持约束性对设计是有好处的，因此我想知道我是否对三维设计工具有足够的约束性。尽管如此，这还不能阻止我对每个新版本CAD软件推出的欢呼。

索尔·格里菲思是一位企业家，最近刚当爸爸。Otherlab.com

你把谁称为非原创？

不知你是否已经注意到了非原创问题，但是不知道怎么回事，遍地都能找到许多现成的素材。如果你想要一些高密度存储器，你可以买到，不需要再把自己关进地下室绕一年的线圈了。

例如，Arduino控制器就非常方便使用，你可以获得大量应用实例的素材，因此可以专注于创造。我们已经有完美的文本编辑器、网络服务器、操作系统；还有预先配置好的虚拟器件库：大量廉价电子玩具可供拆元器件。

电子垃圾的不断增加已经是一个大问题了（太平洋中漂浮的塑料垃圾规模已经比得克萨斯州还大），但对于制作爱好者来说却是一个好消息。

对于初学者来说，可以看到标准化的包装带来的制作机会。例如，制作一个易拉罐天线。首先在品客薯片罐子的背后胆固醇含量文字旁边打第一个洞，然后在品客薯片产品头像的左眼、鼻子和左领口处打洞就可以了。

即便创新之路充满艰辛，但是总比一成不变的好。可以买一个收音机，修改固件使它能实现一些发明者也没有想到的功能。也可以改进装饰部件，或者修改标准的构造方式使收音机更加有趣。

甚至只需要作一点点改动（Brian Eno's 格言所说，“不要做别人想都没有想过的事情”），例如，iPod作为第一代MP3播放器，它的成功在于简单的外观和功能。

或者你解决阻碍技术应用的社会问题。例如，印度的西普拉制药公司，根据强制许可的抗艾滋病药物（一种强制许可要求制药公司按照规定的价格销售药物），将对手厂家的药物混合发明了鸡尾酒抗艾滋病药物。在西普拉发明鸡尾酒疗法前，艾滋病患者不得不分开服用这些药物，这样非常容易出错

这就引发一个连锁的思考，仅仅靠混合或者重新配置已有的发明，是否就是剽窃？

而且麻烦（尤其是对于孩子）。由于西普拉的混合发明，他们进行了技术创新并且生产救命的艾滋病药物。

然而，这就引发一个连锁思考，从某种程度上讲，仅仅靠混合或者重新配置已经现有的发明，就是剽窃，因为这并不是真正从零开始的研发。但是所有的东西都曾经被发明了：车轮、铅笔、数学和灯泡。如果不是站在巨人的肩膀上这些发明是不可能实现的（这句话最早是牛顿说的，他在科学上的贡献是有目共睹的）。

所以如果你需要你可以自己焊块电路板替代Arduino；只要你高兴，你也可以不要化学实验室里面合成的物质，自己去发明一个化合物。

避开现有的工具一味地追求“原创”也不是什么美德。如果一个会计说他必须更新完双面笔记本后才能做完你的税，我想你一定会火冒三丈。如果你碰到一个非要用八角车轮的司机，你肯定会跳出他的出租车的。

很多伟大的发明可能包含了对已有东西的再创造，但是有些也不是。当试用了现有的部件后，你有了很棒的想法，那就发挥你的想象力做出更好的，不要拘泥于已经存在的发明。

科里·多克托劳是Boing-Boing网站的副编辑，刚出版了新小说《制作者》（Tor Books U.S., HarperVoyager U.K.）。

我的小孩学习焊接，排查故障，喜欢捆扎艺术。

✉ 开门见山地说，我和10岁的女儿喜欢你们的每一本书。尤其是本书英文版第20期（“在家里试试吧”一文）真是太棒了。文章是由格威尔·图利撰写的，主题很鲜明，这是我看过的最具实用价值、亲切并且很具娱乐性的制作。

本书英文版附送的几个小礼物都会让孩子和我着迷，虽然我们不是高科技人士，但是我们期待着每本书的发布。我们买来的Blinkybugs也获得了很多成功，我们还买了泰勒明电子琴，但没有成功。主要是文章和一些项目提到的内容远远超出了我们所了解的制作知识的水平。关于捆扎艺术的文章让我们搞了差不多一个星期都没搞定，我相信这个周末我们肯定能攻下这个堡垒。

感谢你的团队，感谢你们持续编辑出高质量的书籍，我们期待这个系列的书籍越办越好。

——拉斯廷·斯帕克斯，奥克拉罗曼市

✉ 啊哈，在大多数人已经遗忘了捆扎技术的时候，对于年轻人来说，要达到一流水平需要掌握不少技巧。要求他们应用这种技术，就要用到文章里提到的三角架。

——罗兰德·博·罗伯博士，纽约布鲁克林

编辑提示：罗兰德，不错的主意，希望成为学校和俱乐部一个基本的要求。

✉ 我和我的儿子艾萨克（又名基德洛克特）非常高兴在家庭焊接挑战赛中，（爱上制作：夏季制作教育）荣获亚军。我非常感谢这次活动让我对儿子在电烙铁使用能力方面更加有信心。对我们两个人来说这次比赛经历非常难忘。

再次感谢！我和艾萨克是《爱上制作》英文版的忠实粉丝。在手机上看到《爱上制作》英文版的博客是我们交流的一种方式。你们都在

为这本书做着重要的事。

——汤姆斯·贝克特，北卡罗来州亨德森维尔

✉ 向这本美妙的书背后的工作人员致敬！这是我们的希望，创造性的文化的希望，从某种程度上讲，解决问题比提出问题更重要。关于这一论述（亚当·萨维奇在本书英文版第20本的欢迎词中提到了这一点），从别人丢弃的东西里面创造出新的东西，这是人类最有价值的能力。

我有幸生长在这样一个家庭里。现在，我父亲在过去的50年中收集的物品都堆放在地下室里。然而，他已无法享受在这本书上所描述的发现和思考创造的乐趣了。但这种乐趣在我的店里，我的电脑里，在我的儿子那里得到了继承，并且我们学会了这些技能。

《爱上制作》展示了人类的核心价值。即愿望、热情、发现的喜悦，追求以及探索。祝您好运！

——皮特·布莱克斯皮格，新泽西州韦恩市

另外，差点忘了，我在1972年做了一个全景摄像头——比现在流行的帕诺镜头还要领先一点，你可以在[flickr.com/photos/petebiac/sets](https://www.flickr.com/photos/petebiac/sets)上浏览我的一些全景摄影。

音频技术与录音艺术



978-7-115-24509-0
定价: 80 元 (含光盘)



978-7-115-24736-0
定价: 58 元 (含光盘)



978-7-115-24734-6
定价: 89 元



978-7-115-21641-0
定价: 68 元



978-7-115-23819-1
定价: 120 元



978-7-115-23255-7
定价: 120 元



978-7-115-24075-0
定价: 120 元 (含光盘)



978-7-115-23861-0
定价: 150 元 (含光盘)



978-7-115-22919-9
定价: 68 元 (含光盘)



978-7-115-22925-0
定价: 95 元 (含光盘)

影视制作与导演制片



978-7-115-23530-5
定价: 68 元 (含光盘)



978-7-115-21934-3
定价: 58 元



978-7-115-24225-9
定价: 89 元 (含光盘)



978-7-115-23396-7
定价: 120 元 (含光盘)



978-7-115-24518-2
定价: 89 元

网上购买

卓越亚马逊网上书店: <http://www.amazon.cn>

当当网上书店: <http://book.dangdang.com>

互动出版网: <http://www.china-pub.com>

邮科图书专营店: <http://youkets.tmall.com>

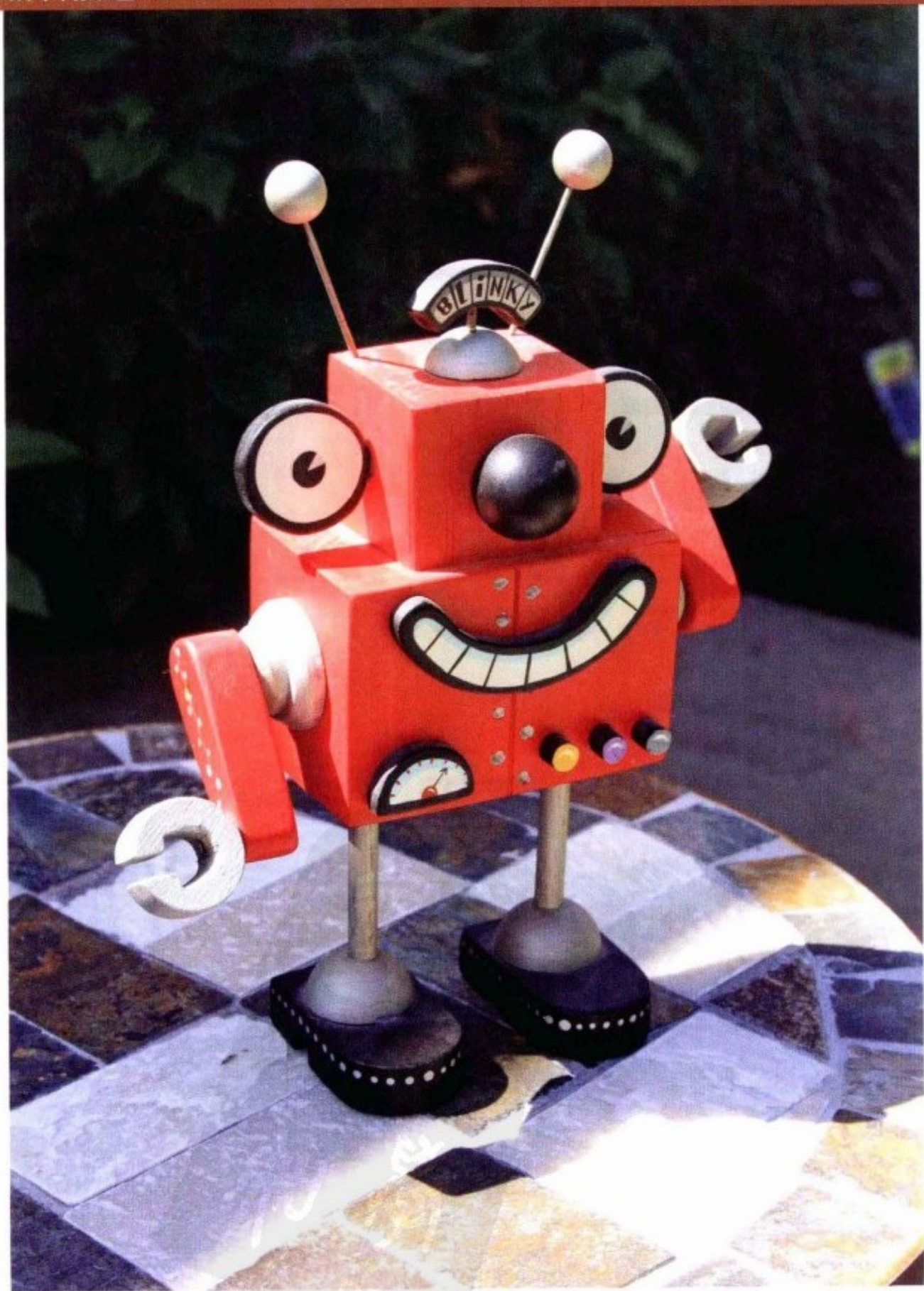
邮购热线: 010-67129212 67129213

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

地址: 北京市崇文区夕照寺街 14 号 A 座

邮编: 100061

咨询电话: 010-67132837



摄影：迈克·阿代尔



曲轴玩具创作

麦克·阿代尔的妻子说他在设计玩具的过程中经常会梦游。阿代尔是一位来自奥弗兰帕克市的44岁艺术家，在霍尔马克工作。他利用业余时间在地面工作间做了很多颜色鲜艳的木质曲轴玩具。

他做的玩具大部分是通过手摇动的。他做的第一件玩具“争吵”，描述了人类幽默和优雅内在的不统一。

两个半身的人像面对着面，一个叼着烟斗慢慢地点头，另一个吸着雪茄有力地摇头。通过使用不同尺寸和形状的滑轮和臂长，阿代尔通过使用单个曲轴可以让玩具产生不同的运动速度。

在南方加利福尼亚长大的阿代尔喜欢迪斯尼乐园、美国歌和詹伯里熊，他是在游戏中成长的天才。他的家人每隔一年到公园参加一次活动，他们参加临近的工艺品展览赚钱。

阿代尔回忆说：“他们整年的工作就是

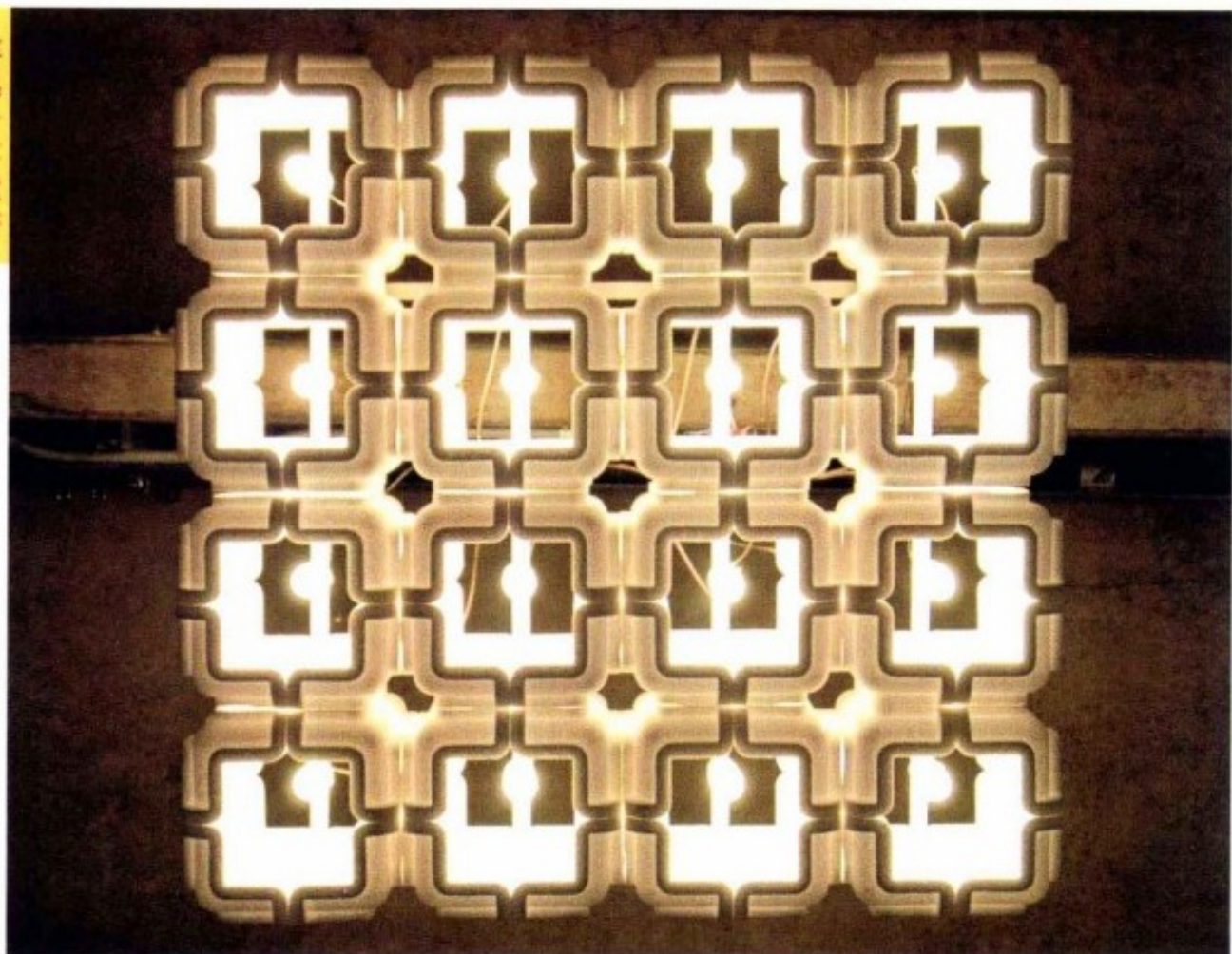
做东西来卖，爸爸做木雕，妈妈镶金属片和上色。”受父母的影响以及对动画的痴迷，阿代尔从小就显现出艺术天才。长大后，参观伦敦卡巴莱特机械剧院的经历引导他进行曲轴动画玩具的创作。

他制作玩具的想法很多。他发现先想机械后完善概念最容易，但是他也尝试这两个方面同时进行。“随着我脑海中机械造型的增加，我能够根据概念来选择机械造型。”他说。

除了制作玩具，阿代尔还为《男孩生活》杂志画漫画，希望能使杂志流行起来。他的下一个曲轴玩具快要完成了，是一个慢慢走过墓地的僵尸牛，他称之为“反当生活之夜”。每当牛张开它那正在反当的嘴巴时，就会有“哞”的一声。

——劳拉·科克伦

曲轴动画：mikeadair.com/toys.htm



好主意

埃里克·劳伦斯用新苹果电脑发泡包装材料做的树枝形吊灯，就像是弗兰克·劳埃德·怀特在《星球大战——突击队》里面的军营一样，他解释说。确实是这样。

劳伦斯是一位42岁的网络设计师，是位于奥斯汀的得克萨斯大学前艺术系学生，几年前第一次发明了泡沫灯。那时他刚刚买了一个新的笔记本电脑，整个电脑外壳被泡沫材料覆盖，他用泡沫材料给侄子做了一个圣诞礼物——他真会算账：省钱啊。

劳伦斯解释说：“我喜欢泡沫对光线漫射的效果。它漫反射出一个很好的外形，我很喜欢。”

随后他做了更多的灯，他尝试使用不同的胶水来粘连白色的泡沫块，做成新的形状。并用双组分环氧树脂粘到用二手铝材料和角铁自制的铝框上面。

为了找到合适的颜色和亮度，他买来了各种各样的小型荧光灯泡。LED灯比较复杂而且

它的颜色不如荧光灯好。最后他找到了一些5W可调光荧光灯泡，这种灯泡能够发出极好的光线，和20W的白炽灯一样亮，然而不会很烫。

“我可以用手抓一个亮了24小时的灯泡，一点危险都没有。”他说。

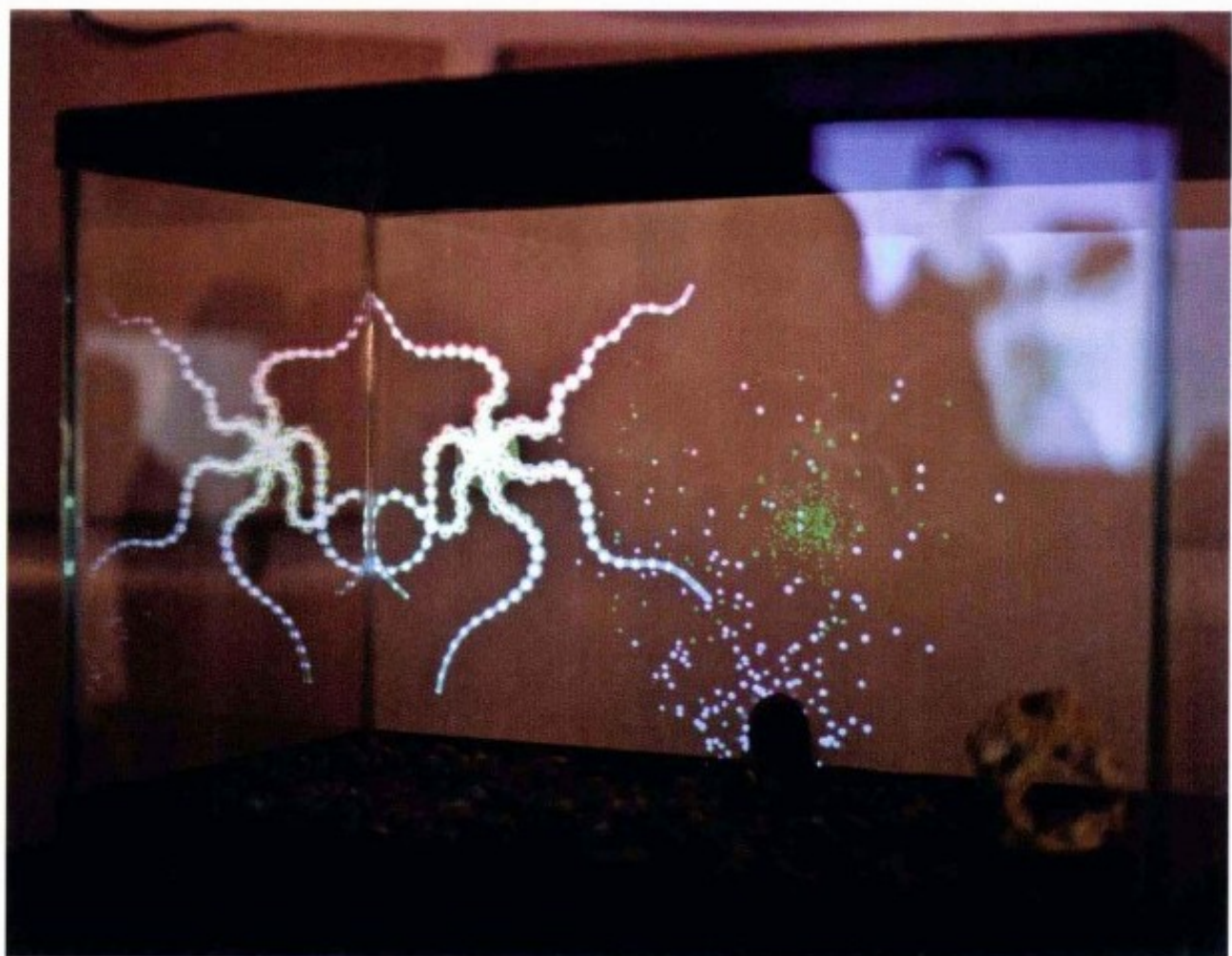
2009年5月，劳伦斯用16个灯泡制作的35英寸×35英寸泡沫灯组进入了奥斯汀设计大赛陈列厅参加M+D+F家具竞争。当他赢得大奖后，带着礼品卡，羡慕的眼光和无比的骄傲衣锦还乡了。

随着越来越多的认可，他也遇到了一个问题：“不幸的是，苹果公司已经停止使用泡沫包装材料，因此没有供我使用的免费材料了。我用剩下的材料做了一个大的。”

他正在考虑下一个好主意。

——梅甘·曼塞尔·威廉姆斯

》泡沫树枝状装饰灯：styrolight.com



有情感的水族

灵感来自阿根廷作家朱利欧·科塔萨的一篇关于人类与水族馆生活的情感困扰的小说，生物远远不是它在鱼缸里面所表现出来的那种动物的特性，它会对外界的刺激有所回应。

美国纽约大学交互式通信专业毕业的学生，35岁的**艾尔·奥哈纳**总结出了一种研究蝶螈的方法，这是一个独创的方法，通过激励动作或者形状来描述它的生活特性。他28岁的工作伙伴**菲利波·瓦纳斯**对生物进行了物理和交互式行为的实验。他们制作了一个三维视听设备，包括一个数字化的像章鱼的生物，这个生物的外形能根据传感器去识别旁边生物的面部表情发生的变化来模拟生物的反应。

奥哈纳和瓦纳斯利用开源编程语言Processing 1.0创建了章鱼生物模型，生物的每一个动作，如蠕动收缩等，都符合重力、摩擦力等物理力学原理，但是同时其他意想不到的因素也会改变模型。这样生物模型就生成了一种就像游泳一样的不可重复的流体运动，并且能

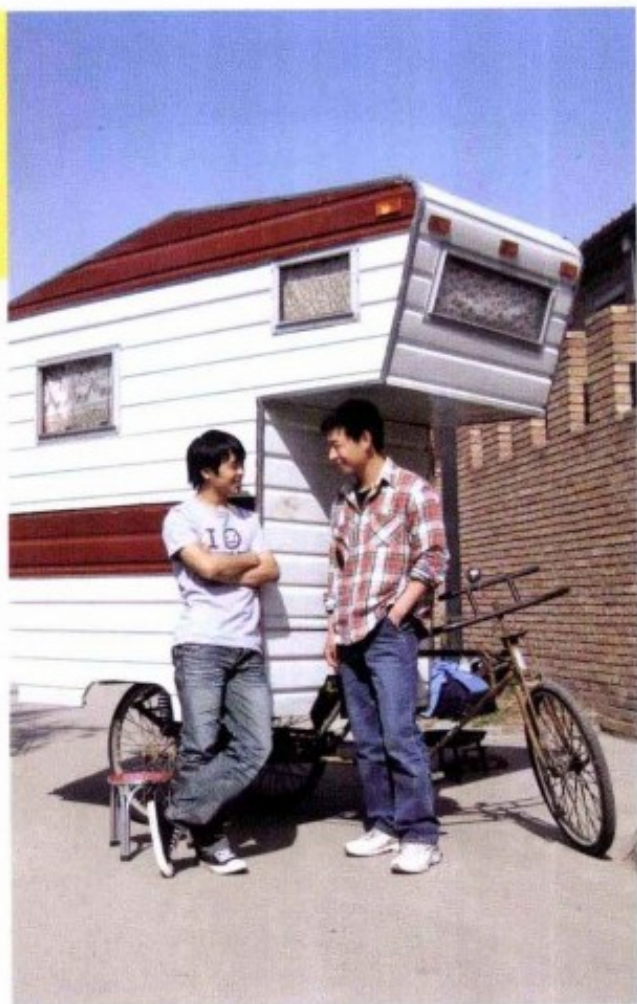
用三维效果来模拟运动。奥纳说：“我们期待这个生物带来更多的惊喜，或者是一些我们没有教过它的愚蠢行为。”

把生物放进一个鱼缸里面，同时在后面放一个摄像头拍摄每个画面，将拍摄的画面输进电脑，用基于OpenCV软件对每一幅画面和生物的位置进行处理检测。奥纳说：“就如同生物自己能看见一样。”它会表现出很害羞但又非常好奇，或者如同观察者期望的那样表现出非常害怕，生物的动作加上声音效果显得非常有氛围。这些在2009年6月份布鲁克林的媒体节上展示过了。

反响各不相同，有些人觉得章鱼非常有趣可爱，有些人总想欺骗它，试图得到一些意想不到的反应。但是有一点是肯定的：由它引发响应就是一种成功！

——劳拉·金尼瑞

■ 章鱼视频：eyalona.com/axolotl



自行车上的房车

三轮自行车、超市推车和一些旧车的图片，对于大多数人来说，一时都说不上三者之间有什么关系。但是对于凯文·西尔来说，三者之间的关系却是显而易见的。

西尔在一个经济衰退的缅因州工业小镇上长大。他的车载艺术系列包括：露营四轮车、露营自行车以及房车油画，显示出了他对工业化工作层面的兴趣。

西尔最初是波士顿的自行车邮递员。在北京工作的时候，西尔有了做自行车房车的最初设想。在中国首都，大部分人将自行车作为基本的交通、运输工具，近几年才有人将骑自行车视为一种休闲活动。

“我对三轮车很感兴趣，尤其是工人如何将巨大的货物搬上三轮车，”西尔解释说，“我看到人们用三轮车运送建筑材料、大型家具，塑料包装的大包裹，这些东西在西方国家人们通常是用汽车来装运的。”

自行车房车就像是一个中国的自行车和美

国的房车的合并体。

受科马克·麦卡锡的小说《路》的鼓舞，西尔开始了装在超市推车里面的弹出式露营车的设想，他说：“我觉得非常有意思，麦卡锡把超市购物车设想成世界末日之后的最实用的工具。”

这些“功能造型”验证了西尔的怀旧冲动。西尔从1977年开始接触阿帕奇弹出式露营帐篷，一直尝试使用他那个时期曾经用过的物品。在使用了女王超市废弃的购物推车后，他又增加了帆布、乙烯、网格，以及其他一些附件，例如：粘扣、蹦极绳子、拉链和尼龙搭扣等。

西尔希望他的露营车能引发关于自力更生、移动性和住房方面的谈论。他认为这是作为人类执着的象征。

——汤姆斯·沃克尔·威尔森

西尔的其他制作：kevincy.net





融合的艺术

在艺术行业的术语中，一个“艺术家中的艺术家”是被他的同行所景仰的，尤其是那些取得关键性或者商业性成功的艺术家。

贾里德·潘金创造性地使用胶合板、人造皮革、锯末、泡沫材料、小树和其他熟知的物品进行艺术创作，并且由此引发新的主题“工艺艺术”。

这并不是说艺术界完全不接受潘金异想天开的原始雕塑，但他在洛杉矶的三场个人艺术展确实受到了当代艺术评论家的抨击。这种艺术和工艺相结合的作法，让德潘金的这种艺术非常引人注目。

潘金的舞台造型既严肃又幽默。木质的结构容易取材，并且在当地的五金器材商店也很容易找到，他的作品常常来自不固定的场景。他取材自然又高于自然，似乎发明者的知识来源于照片和明信片的融合，就如同

那个时期自然界完全被人造产品、合成品和建筑物所替代。

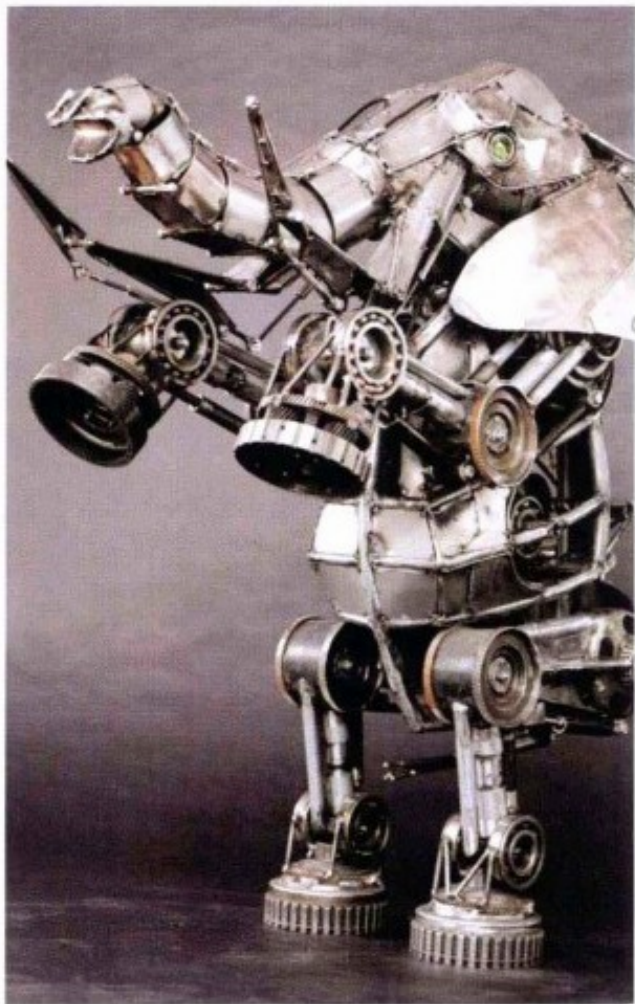
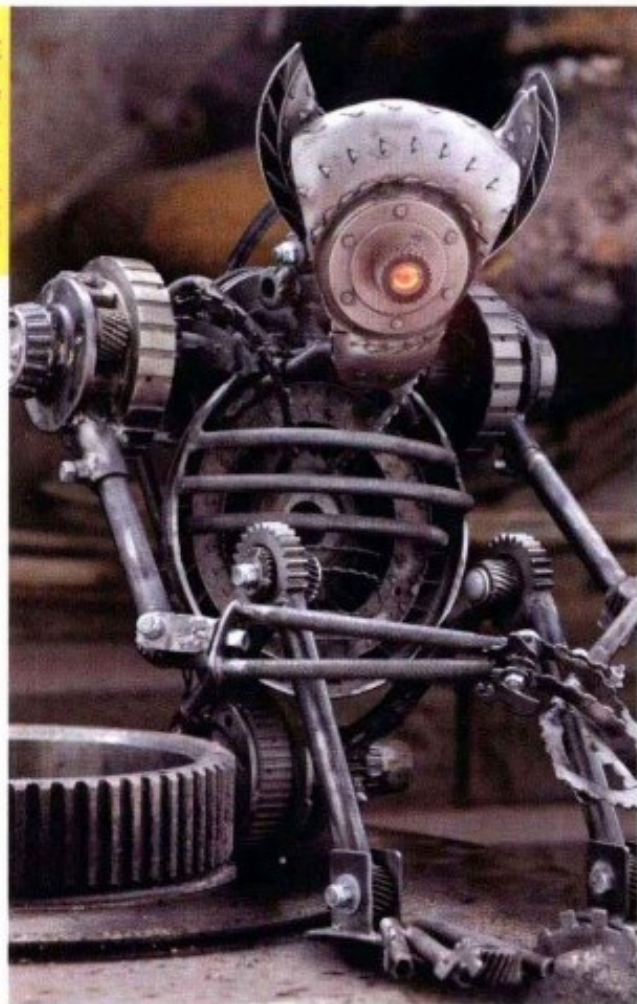
但是他在我们提到世界末日的猜想时是很严肃的，德潘金在红杉国家森林公园生活和工作，一步步地体验真实的大自然。《野猪》（2008年），是用人造毛拼在一起做成野猪头挂到墙上，做得像是打猎的战利品。

《半个结》（2008年），狐狸的前部是用大块的黑树皮背面做的，尾巴毫不费力地穿过树杆，伸向空中，像是在塔顶摇摆，又像一个修好的玩具挂在悬崖峭壁上。

人类环境遭到威胁，潘金并没有等待威胁消失。他第一个跳出了虚构的想象，既复制自然也不完全服从于自然，创造出自然、人造、艺术和工艺艺术的精彩融合。

——梅甘·曼塞尔·威廉姆斯

》潘金的其他创做：makezine.com/go/pankin



机械动物园

在想象的机械世界里，大象是推土机；长颈鹿是起重机；印度豹是邮递员。在现实世界里面，机械动物是犹他州盐湖城雕塑家、商业摄影师安德鲁·蔡斯用铁皮、钢管和废弃的汽车部件制造的作品。

2004年，42岁的蔡斯开始制作一些机械动物作为自己写的儿童书的摄影造型。在一个还没有发表的故事里面，一个机器人离开地下家园向地面世界进军。蔡斯首先拍好背景照片，然后调节光线，最后将机械动物摆在他的工作室中，用Photoshop将机械动物造型融入场景当中。

蔡斯很善于运用古老的传动齿轮和轴承，“这主要是经济方面的考虑，比较便宜，”他说，“如果不善于使用齿轮和轴承，这些动物看起来就没有工业特性，看着似乎没什么用处。”

制作每个造型时，蔡斯都从最难的部分，即眼睛和脑袋开始，然后再构造其余的部分和四肢，给每个肢体安装一个最强大的连接机构。由于蔡斯采用的是汽车部件，因此动物大多有相似的尺寸，重量为平均每3英尺高就重达125磅。

蔡斯的机械象在完成最终结构之前经历了4次尝试。他承认：“在我第2次尝试后，身体看起来好些，但还是不对，它看起来更像一只狗，最后我终于发现了一些好的参考资料。”现在，他主要通过参考照片和动物解剖图来制作。

“制造每一个动物要花费60~80小时。”蔡斯说。大部分时间用于擦拭被粘上的油泥、油脂和尘土。“清洁太花时间，”他说，“太讨厌了。”

——伊恩·迪尔

蔡斯的机械动物见：makezine.com/go/mechanimals



异形建筑

建筑业的下一个新生物可能和汽车工业发展一样——进入混合时代。

罗布·贝尔和帕特里夏·阿尔格拉建造了他们自己的混合建筑，手工打造的环保别墅，他们称它为阿尔花园·佐米。佐米是一种混合建筑，具有圆屋顶，宝石外形和圆顶帐篷的特征。贝尔解释说，他曾经用同样的概念做了一个帐篷形状的“Zomecile”，在2007年奥斯丁制作爱好者大会上赢得了殊荣。

使用从倒塌的温室拆下的塑料房顶，充分利用ShopBot CNC铣床，这对软件工程师和结构建筑师一起毫不费力地就设计出了一个方案，他们的设计是基于多面体一类的结构。

“如果说圆屋顶像一个球体，佐米就像一块宝石。”贝尔这样描述，他在不做软件工程师后从事一些设计、制作的工作。

作为小型建筑模型，阿尔花园·佐米的设计是开源的，在Google 三维库中可以免费下载。

他们的目的是发明一种结构，可以让任何

人都能使用CNC工具很容易地加工和组装。但并不是说最初的建造是一件很容易的事情。他们用CNC工具制造和装配阿尔花园·佐米，花了80个小时完成，然后他们的朋友们又花费了几天进行现场准备、喷漆以及组装。

贝尔和阿尔格拉碰到的最困难的地方是设计一些比较独特的部分而不是很相似的部分。阿尔花园·佐米由84个独立的镶嵌板组成，每块镶嵌板是由两个独立的框架包围半透明的塑料护墙板构成。这168个镶嵌板的框架是由海军级的桦木三合板切下来的1344块木板做成的，而把这么多的小木板重新组合起来是极具挑战性的事。

这种独特的建筑模式的功能是极具多样性的，它的宝石般的对称性非常适合做瑜伽室或者做客人的小别墅。贝尔指出：“这种结构设计在审美角度上非常协调，在精神上容易产生共鸣”。

——布鲁斯·斯图尔特

》佐米的更多照片见：makezine.com/go/zome。

雪的科学

由于环境的作用，冬天白雪覆盖的大地堪称是一种胜景，同时雪也带来了麻烦甚至灾难。然而我们也可以用另外一种方式来看待这些白色的物质，因为雪也是科学研究的一个对象。

科学家和摄影师花费很长的时间研究发现，用照相机拍下的单颗雪花的照片有着惊人的美丽。我们把落在地上的雪收集起来，发现了雪的特征，以及对环境除了增加湿度之外的影响。

雪是热岛指示器

遍布世界各地逐步变少的气象观测站测量的陆地温度偏暖，是由于观测站位置选取不合适，以及初次设点的位置不合适造成的。

2007年，气象学家安东尼·瓦特开始关注这个问题，并且开始立项调查美国历史上气象学网络里所有气象观测站。在瓦特的这个项目中，瓦特和他的城市学生志愿者团队提供了1221个气象观测站的摄影材料以及1003份详细的报告。

这项研究最令人瞩目的发现是许多观测点设置在距离“热岛”非常近的位置，例如：建筑物、公路、人行道、高速路，甚至设置在空调交换机的排放口。调查的观测站中只有10%的站点选择符合美国国家海洋大气管理委员会制定的气象站设置标准。瓦特项目的所有详细资料可以在surfacestation.org网站查询。

瓦特和他的助手用昂贵的红外传感器来观察附近热岛对气象观测站的影响。雪也能够显示升温的偏移值，而且用普通的照相机就能够记录。

这似乎是一个问题，雪在温暖的地方是不是比在开阔的地方融化得更快？温度传感器以及硬件装备都显示有一个微小的温度差异。但是温度明显变暖是由公路、停车场以及建筑物造成的。

雪给摄影和自然热岛研究提供了理想的工具。例如，露出雪的岩石如果暴露在阳光下会很快变得温暖并且使周围的雪很快融化。树桩和生长的蔬菜也能够很快变得温暖并融化周围的雪。这也为研究昆虫和微生物如何过冬提供了一个有趣的线索。

你可以做很多试验来解释热岛是如何影响雪的融化的。最简单的就是在一个开放的有充足阳光的场地放置不同的物体。如果没有风的话，可以试用黑色和白色的建筑纸板。用照相机将太阳照射之前和照射之后的物体和周围的雪分别拍下来。

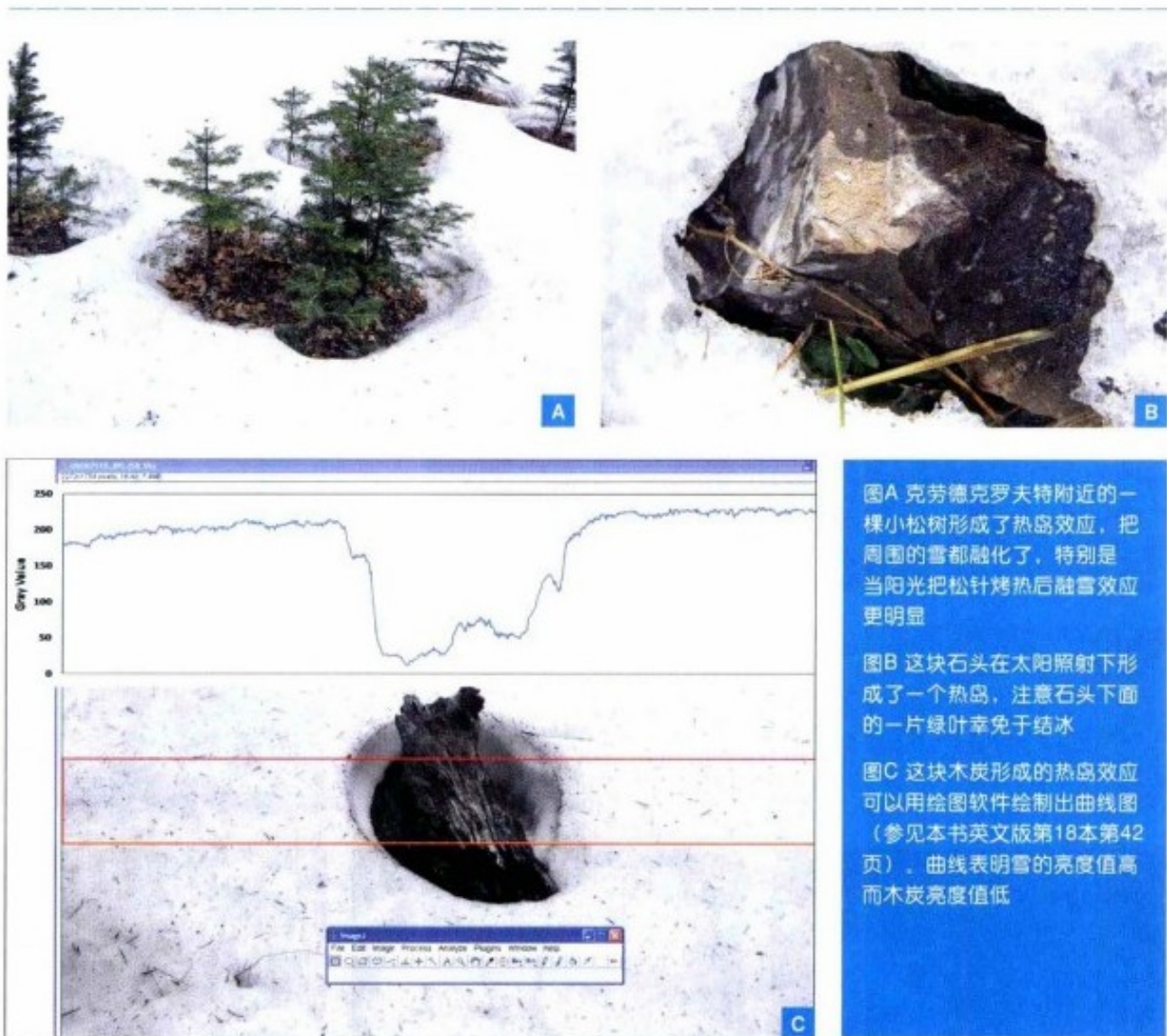
雪是灰尘收集器

2004年的春天，东南亚的大火产生了大量的烟尘通过太平洋吹到了美国。当海军研究实验室粉尘预测显示烟将抵达新墨西哥时，我从得克萨斯州出发向西方奔去，重拾我的老本行，致力于测量和研究烟尘。一路上，我用一个自制的空气取样器来收集样本，这是一个内壁涂抹粘合剂的试管，头部安有一个漏斗，安装在车上用于收集刮过的空气（在下一个专栏我会详细地介绍这个空气取样器）。

从西得克萨斯到新墨西哥的高速公路上，空气取样器在收集矿物颗粒、真菌孢子、花粉以及其他物质方面显示出它的能力。但是空气取样器却没有收集到任何组成烟的细小的烟灰颗粒。在我取样的时候，亚洲灰停留在高高的空中并没有落到陆地表面。烟灰覆盖了新墨西哥的大部分地方，但是当我3月25日到拉斯克鲁塞斯市的时候烟灰还是很高不能被捕捉到。

如果要在到达新墨西哥之前收集从烟灰云中落下的烟尘颗粒，就需要一种不同类型的收集器，因此我前往位于萨克拉曼多山脉附近的克劳德克罗夫特小村庄。海军研究实验室预测在3月16~17日的时候烟灰颗粒会落到地上。

山脉中仍有大片的雪，它们被大量的灰尘



图A 克劳德克罗夫特附近的一棵小松树形成了热岛效应，把周围的雪都融化了，特别是当阳光把松针烤热后融雪效应更明显

图B 这块石头在太阳照射下形成了一个热岛，注意石头下面的一片绿叶幸免于结冰

图C 这块木炭形成的热岛效应可以用绘图软件绘制出曲线图（参见本书英文版第18本第42页）。曲线表明雪的亮度值高而木炭亮度值低

所覆盖，灰尘下面的雪却非常干净，海军研究实验室仿真显示，在3月5日大量的沙尘暴刮过了山脉。

大片的雪是有效的巨大的空气取样器，它捕捉并存储了从天空中掉下来的任何物质。如果掉下来的主要是烟尘，它就为研究灰尘提供了帮助。是时候用载玻器取一滴融化的雪放在显微镜下面仔细观察研究的时候了。

一滴从泥土层取来的溶雪包含了数以百计的真菌孢子和数以千计的微小的石膏颗粒，也会有植物、透明的橘色晶状体和一些条状火山玻璃物质。

我们分析了成打的样本，很多在石膏细小的灰尘中和沙粒中包含了分散的黑色烟灰颗粒。这些烟灰估计是从东南亚吹来的，在一周前落到了这一区域。

关于真菌孢子有一个很明显的问题，它们是和尘土以及烟灰一起吹来的吗？还是从附近常青树上吹来的呢？

烟尘的假设不能被排除。我女儿萨拉在高中的时候，就发现很多孢子和真菌混在烟尘中从优卡坦半岛吹到得克萨斯。她在墨西哥湾的岸边把自制的空气取样器绑到风筝上，收集从优卡坦半岛吹来的烟，发现了孢子，她觉得这是不符合情理的。

这一发现发表在前沿的科学杂志《大气环境》上，成为大气环境领域的“快速检索”文章（详情请登录makezine.com/go/smokespores）。

既然孢子是能被吹过太平洋的，因此也很容易出现在我从附近树上采集的雪样本里面。无论如何，在山顶的雪里发现这么多



D

图D 在新墨西哥的圣地亚山的公路上，公路养护人员在雪上撒了沙子导致雪融化，随后又被新下的雪覆盖



E

图E 克劳德克罗夫特附近的雪地，覆盖着白沙子和从南亚吹来的烟尘

图F 克劳德克罗夫特附近收集的脏雪和干净雪

图G 显微镜下面的石膏沙子成分、灰尘、植物成分和孢子，指针指着的是一个孢子

图H 显微镜玻片上的脏雪融化蒸发后留下的灰尘、烟尘、孢子和植物成分



F



G



H

的真菌孢子还是很令人吃惊的。这些孢子有黑孢子菌，弯孢霉、分子孢子菌和青霉菌（或曲霉菌），以及一些类似囊孢子的小球腔菌等。

我还能辨认融雪里面最常见的孢子，因为在尹·格兰特·史密斯发表在《采样》杂志上的文章《过敏花粉的取样和辨认以及建模》中并没有介绍，在布莱斯·肯德里克的《第五王国》（Mycologist出版社，2000年）的书和CD里面也没有相关介绍。

更进一步

如果你居住在下雪的乡村，你那儿的雪怎么样？野地的雪里是否也有真菌孢子或原生生物？是否有烟灰？如果你发现了上述物质，你

能否用卫星云图来回溯下雪的那次风暴，这样就可能追踪到这些物质的来源。

雪下面埋藏的植物是怎么利用石头和树桩形成的热岛效应的？

融化户外积雪的最简单的方法是什么？是用灰烬、沙子、阳光反射器，还是用可反复使用的黑色塑料板？

对于那些居住在下雪地区或是要去下雪的乡村的人们，找到以上问题的答案过程能引导你进入各种有趣的科学项目。

福里斯特·M·米姆斯三世 (forrestmims.org) 是一位业余科学家，他获得过劳力士大奖，被发现频道评价为“科学家最牛的50个大脑”。他的书籍销售了700万册。他还负责编辑《城市科学家》杂志 (sas.org/tcs)。

1+2+3 杯子定位系统

塞·泰莫尼

并不是每个人都拥有GPS全球定位系统。但是你可以用任何一个杯子很容易地做一个CPS杯子定位系统用来学习一下野外定向技术。

1. 在杯子上做标记

在杯子的一侧画一个月牙图形，沿着月牙的两个尖角画一根垂直向下带箭头的直线，并且在末端写上“南”。

杯子的另一侧，画一个大的北斗星座和一个小的北斗星座，就像是一个带柄的平底锅。大的北斗星座最右边的星星对着小北斗星座柄端的星星，也就是北极星——最北边的星星。画一条从北极星垂直向下的直线，在末端写上“北”。

把杯子翻过来在底部画出类似钟表1~12的数字。

2. 做一个指南针

把订书钉或者小曲别针弄直并磁化，在磁铁上朝着一个方向摩擦30下。把订书钉纵向放在透明胶带上，胶带折过来把订书钉密封在中央。现在把订书钉漂在盛水的杯子里面，等它静止的时候，在指北的一端写上“北”，另一端写上“南”。用胶带把它固定在杯子的一侧。

3. 辨认你的路

无论是白天还是晚上，这个简单的CPS装置可以用几种方式帮助你找到方向。

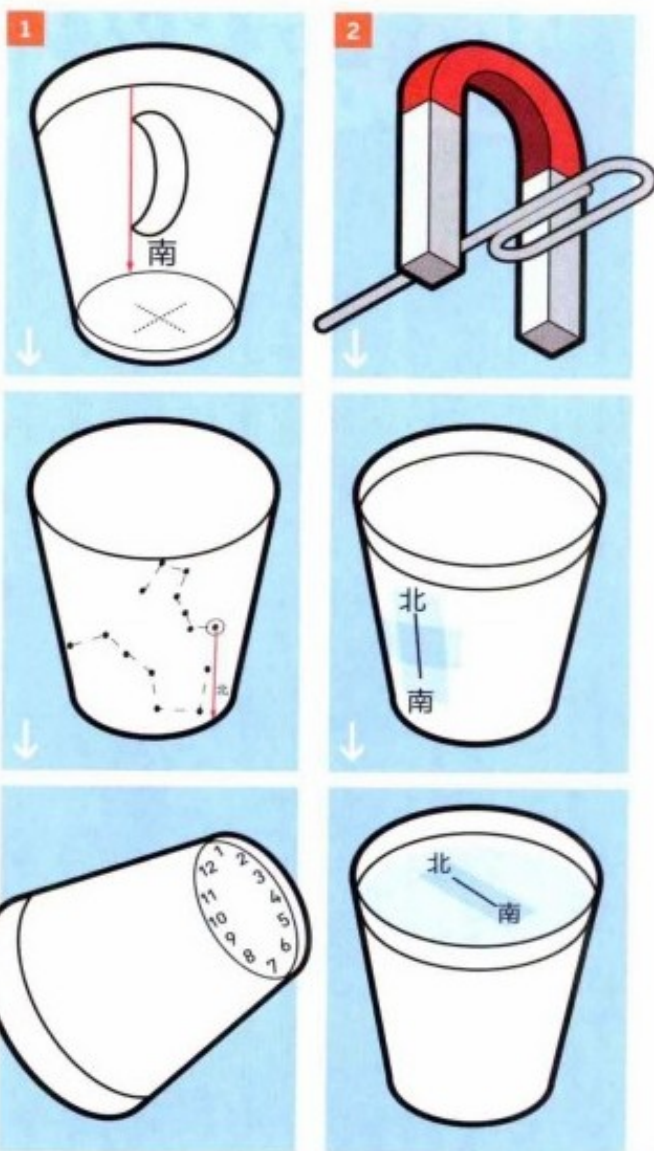
» 太阳。如果白天看得到太阳并且也知道时间，可以很容易地辨别方向。把杯子翻过来能看得到钟表数字。保持杯子水平，把当前时间的数字对准太阳。举例说，如果下午3点，就把3对准太阳，那么，太阳的位置和12点的中间所对的就是南方。

» 月亮。如果天空有月牙，假设有条沿着月亮两个尖端的带箭头朝下的直线，那么箭头的指向就是南方。这个方法同样适用于半个月亮或者3/4个月亮。

» 星星。你也可以用杯子上大小北斗星座进行定位。首先在夜空中找到大小北斗星座的位置，很容易先找到大北斗星座的位置，它的最

你需要：

泡沫聚苯乙烯杯子，笔，订书钉或曲别针，磁铁和透明胶带



右边的星星对着小北斗星座的“勺子把儿”的星星就是北极星

» 指南针。往杯子里面加水使订书钉变成指南针，把指南针浮在水面上，当针静止的时候，指向北方。

塞·泰莫尼是《每天一妙招》系列丛书作者。Sneakyuses.com

插图：朱利安·霍洛里 (p4rsc.com)

制作爱好者

在南加利福尼亚的强大的店铺中，工程师埃迪·保罗为好莱坞定制特效车以及潜艇、风力涡轮机特效。

独辟蹊径

发明家埃迪·保罗永远走在大多数人前面。

基思·哈蒙兹

埃迪·保罗在荣塞贡多的工作场所让我第一时间想起了爷爷的汽车车间：汽车升降机、板材架、折叠工具箱，太平洋的海风混着邦度牌润滑油的气味。

保罗用全套的CAM/CAD工作站电脑化工厂、车床和等离子切割机制作的東西都是爷爷想也不敢想的。历经40年为好莱坞电影制作特制车和特技，这个自学成才的工程师、发明家和DIY大师建起了高科技工厂，可以制作全真模型等任何东西。他的客户不仅仅是电影制片厂，还有消防部门、能源公司、美国航空航天局以及国防部门。

对于一个高中就辍学的孩子，保罗能够在电影《哈泽德公爵》中驾驶特技车有所突破也是不错的事情。作为一个没有受到过专业工程学教育的贪婪的读者，保罗却制造出泵、发动机等设备，他在光学、水力学方面也有独特的设计。他发明制作了摄像头钻机、电子动画、无人驾驶车，甚至鲨鱼型潜艇。

他有什么秘诀？“放手去做，不要让外界阻碍你，”保罗建议，“在你把这些东西做好的时候你就掌握了每项技能，一点都不难。边学边做，同时也提升了你的技术。”

（他的助手被一个废弃圆形密封圈困扰，保罗告诉他：“等我们做好之后我来教你怎么做圆形密封圈。”）

“从学校辍学之后，我去书店买了很多制作项目上需要的书和工具。我读的都是技术方面的书籍。事实上我只读过一本小说，科马克·麦克锡的《路》。”

这也是为什么他的下一本书就是制作方面的《城市生存指南》的原因。



摄影：梅里·韦伯



PDG

发明家之子

从小在美国加利福尼亚长大，保罗自己创业之前一直在做父亲的学徒。“我的父亲也是一个发明家，”他介绍，“他发明了全螺纹杆，超市用的烤鸡炉，一种新的圆顶航海图。他教我如何发现需求，并发明一种方法把事情变得更简单。我在他的工厂里工作，他教会我如何焊接、打磨、钻孔等成套的技能。”

“在20世纪60年代末，我13岁，先后在洛杉矶、旧金山以经营摩托车和女士三轮车为生。”保罗很快转入了制作滑翔伞的行业，后来得到了一个电影特技造型的工作，从此开始了他的特技、特效以及特制车的传奇生涯。

E.T.（外星人）、鲨鱼周和皮克斯

自从20世纪70年代，保罗创建的特制汽车部门为电影《E.T.回到未来》（德洛丽丝的时间旅行）、《速度与激情》制作了汽车特效。他的工厂在两个星期内为《火爆浪子》完成了48辆车的制造，为《速度与激情》在一个月内完成了改装200辆车的几乎不可能完成的任务，从而赢得了巨大的声誉。

保罗的工作一直以来不仅仅是追求高效率。现在他专注于工业设计、塑型、海洋工程和复杂的电影影像视觉。皮克斯雇他制造萨利、美特和麦奎因汽车的原型复制品。他制作了《佐罗》中真实大小的卡通马，为《库斯拖家族》制作数十倍价值的水下摄影齿轮。

不只一次，保罗登上了探索频道《鲨鱼的秘密武器》的荧屏。一次深海游泳潜水摄影的经历，让保罗设计出塑料护身盔甲和水肺消音器，帮助潜水者更加接近水下凶猛的生物，并能操作一个内窥摄像头深入动物的胃部。但是最特别的是他为费边·库斯托制作的杰作：一个17英尺长，鲨鱼形状的会游泳的潜水艇，潜水者可以通过一个大的栏杆出来。

“我是一个发明家，”保罗说，“我的工作一部分是为了赚钱，百分之九十是为了发明。”

受够了不听使唤的泵和压缩机，保罗自己发明了高效率的气缸压力舱，只有同类型

泵的1/6大小。消防部门用它来喷洒灭火泡沫，海军用它喷洒化学净化喷雾。

如果反过来连接运行，又可以用作一个6活塞、12气缸、没有阀门的6个运动部件的发动机，运行起来可以达到98%的容积率，每磅重量达到3匹的功率。“从来没有人能够做到。”保罗说。他正在制造12英寸×13英寸，世界上第一辆每加仑油跑100英里的载客车，并有望得到最高奖。

基于普尔弗里希光学效应，保罗还发明了4D环绕的三维摄影技术，这不同于目前应用的视差和透镜的三维技术。而且他已经发表了很多关于基本焊接技术，高级专业等离子切割技术方面的入门书和光盘。

所有的店

随便你是哪种工具的使用者，参观保罗的店都是令人期待的：10台数控金属加工车床和铣床，2台三维数控雕刻机，1台4英尺×8英尺的真空吸塑成型机，一个5英尺×10英尺的等离子CAM操作台，能够切割1/4英寸厚度的钢材。“我爱这些机器，”保罗宣称，“任何你叫得出来的，摩托车部件或者涡轮片等，都可以在这里加工出来。”

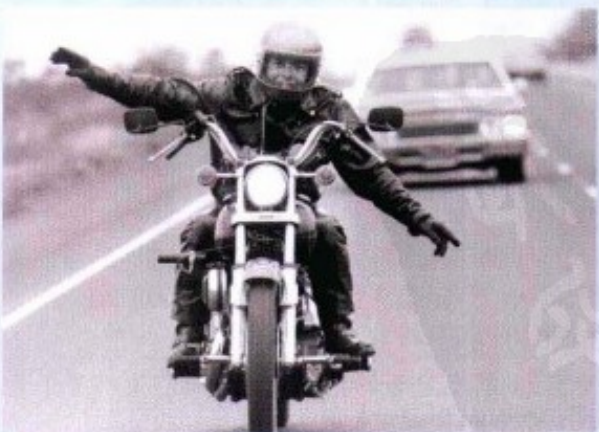
他为自己一本新的入门书做了一个福特T型跑车，一个法国狄塞尔的限制级电影中蓝色庞蒂亚克GTO跑车。在特技场景中，保罗说：“我们买来了一辆雷曼车，然后改成GTO。书里有很多章节进行解释，这样做便宜多了，还不会损坏GTO跑车。”

奥特巴克是小型消防车——安装了保罗CEM泵的北极星全地形车——旁边就是为乔治·克鲁尼的《笨蛋》做的摩托车。你不能错过保罗自制的切断器1代摩托车，这是一个疯狂超强动力的摩托车，配有502马力的超大雪佛兰引擎，双蔚安德压缩机和一氧化二氮。

这里所有的东西都超酷，我非常佩服保罗的藏书。货架下面塞满了可以受用终生的书籍：数控机器人、数学物理、锻造技术、电子产品、流体力学以及热力学、古代发明、核武器、激光器和电脑动画、美国男孩工具书、造船技术和鲨鱼。看着一系列的黄铜潜水头盔，我们似乎来到了儒勒·凡尔纳的



空气、陆地和海洋：
保罗做的脉冲喷气式发动机驱动的滑翔机，用在好莱坞特技表演中（他在这个飞机的坠毁事故中死里逃生）；鲨鱼潜水艇，可以由内部的潜水员操控；遥控汽车驾驶设备；从洛杉矶到拉斯维加斯不用手驾驶摩托车；防止受鲨鱼攻击的潜水头盔；半尺寸的尼桑潜水艇（他在表演中弄破了脖子）





海图室里。

埃迪·保罗后来也有一些能和洽克·诺里斯和多斯·伊奎斯·盖伊的故事媲美的经历。他发明了脉动式喷气旋翼滑翔机和嗡嗡作响的LAX。他一度从360英尺的高度摔下来，但是活下来了；他曾经被鲨鱼有意识地攻击过；他教他双胞胎妹妹骑摩托车；他得到国防部的秘密许可证，重新设计了国防部的激光器；他曾经不用手骑着哈雷摩托车从洛杉矶到了拉斯维加斯。

但是保罗所做的给我的印象最深、最有趣、最令人不可思议的工作是他正在做的。在星期六早上的简短采访中，保罗介绍了他复制Pixar汽车的过程（用大型计算机控制雕刻机将成叠的三合板加工成立体模型，然后用ABS塑料吸塑成型）。保罗会见了一个从韦伯慕名而来的客户，他特地来参观保罗漂亮的风力涡轮机的原型。

他展示了自己发明的泵/发动机。打开计算机中的蒸汽发动机摩托车的CAD设计图。他还给我们看了锯开的20英尺长的摩托车和切成两半的消防车，这都是为了响应美国《国家地



理》杂志号召的“一剖为二”活动而做的。

通过开辟自己的路，保罗已经身怀熟练的技术和知识，并且开辟出宽广、令人满意、具有创造性的谋生空间。

如果你达不到埃迪·保罗的要求，你不可能从保罗那里得到一份工作。这份工作不同于其他给你提供的工作，是有助于你自己的一份工作。

他的建议是否给现在的制作爱好者带来了鼓舞呢？读读他的技术书籍。“并且学会使用两种工具：AutoCAD和CNC等离子切割机，并且给杂志投一些制作的文章。《火爆浪子》剧组工作人员就是因为看到我发表的文章，所以才找到了我。”

我不禁要问，如果他不曾在洛杉矶，不曾接触电影业务，那么他还有同样的机会吗？

“那确实给了我一个开始的机会，”保罗承认，“但是无论在哪里我都会这么做的。如果你确实做得很好，他们会找到你的。”

基思·哈蒙德是本书英文版的主编。他的爷爷是技术文章的作家，发明了身体防护板。

摄影：埃迪·保罗



瑞姿车、改进和各种发明：（上一页）架子上的瑞姿车；切断器1代超级摩托车。（本页）野马护卫，CNC 三维雕刻站；工作中的等离子切割机；来自《汽车总动员》中的全尺寸马特；切成两半的救火车；阿克拉摩托车复制品；保罗的专利泵/引擎，带双头活塞和正弦凸轮。（顺时针方向介绍）



大孩子自行车

折弯的自行车和制作者格雷格·德高维亚

尼克·舒尔茨

在加利福尼亚芝加哥的钣金加工车间，大孩子自行车（bigkidbike.com）的制作者格雷格·德高维亚打造出一种新的自行车，揭开这个自行车的盖头后将会使人大吃一惊。

别看它只有205磅像是一只小猫，却有蒸汽压路机那般巨大的轮胎。看过杰斯蜥蜴自行车后，格雷格觉得它的四人脚踏板就像墙角疯狂的壁虎那样。它那大大的轮子，让长大的孩子看了都会非常喜欢，就像是小孩车也长大了一样，这个车子你很容易就会骑了。它让你想迫不及待地从小轮车换成两轮（或者一个轮子的）。

2009年在圣马特奥的制作爱好者大会上看到了这辆自行车后，我想了解更多。

尼克·舒尔茨：你是从什么时候、怎么开始加工这些大孩子自行车的？

格雷格·德高维亚：我从小就很喜欢摆弄一些东西，常常把它们拆开，看看它们是怎么工作的（当然有的时候又装不回去了）。在大学几年里我为了学费蹬载人三轮车，通过在暑假里学习的金属焊接和装配技术，我决定自己制作一辆三轮车。有了这些经验后，我发现自己在制作和装配上都有特长。于是我重新注册了大学，将主修专业改为了机械制造。

尼克·舒尔茨：那么你现在以自行车制造为生吗？

格雷格·德高维亚：不是的，还没有那样。当我努力将制作金属艺术品作为我的主要经济来源的时候，三轮车的收入只是让我能稍稍透口气。但是我需要在营销技能上多下功夫。我接收的所有订单都是一些其他人推荐来的，或者是曾经在我

的店铺里面见过我的一些客户。

尼克·舒尔茨：详细谈谈你的店铺吧。

格雷格·德高维亚：那是一个仓库和工作坊的混合体，只是摆放着自行车的不同部件和金属加工件。四分之一的空间摆着一些基本的加工工具——一个110V的MIG焊机，还有带锯、几个角磨机、一台钻床、弯管机和一个2加仑的压缩机，专门用于钢铁制造。

我还有一个操作台用于电焊，另外一个操作台用于缝纫。但是焊机、角磨机和带锯还是主要的工具。我在地板上制作一些大型的产品，或者设计为标准的模块，再把小的模块组装在一起。

我还有一个长长的并且非常昂贵的希望拥有的工具清单：氩弧焊、等离子切割机、车床、铣床和弯管机。

尼克·舒尔茨：描述一下你的设计和开发过程吧。

格雷格·德高维亚：最初的设计通常来源于一些基本的概念，一般在纸上设计。如果最初的想法是可行的，接着就增加或减少一些特征，最后得到一个自己想要的设计。我也曾经用拆开的自行车，废旧的金属件和粗糙的焊缝来印证最初的设计想法。但是现在如果基本的概念很清晰并且对一些加工技巧很熟练，我就直接设计成品。我也曾经摆弄过谷歌的草图大师软件，但是现在我仍然在学习怎么使用它。

尼克·舒尔茨：设计制造一个自行车通常需要用多长的时间？

格雷格·德高维亚：那要看复杂程度了，几天到几个星期都有可能。杰斯蜥蜴自行车从设计到完成用了6个星期，另外还花了两个星期讨论方案。每一个脚踏板都有几个传动系统：基本的自行车传动系统和“沙滩爬行”的齿轮。加工多个传动系统花费了不少时间。

这个小自行车花了将近一周的时间设计制造框架和轮子，头灯和刹车又用了一个星期。

尼克·舒尔茨：骑过这些自行车的人都有什么感受？

格雷格·德高维亚：大家很喜欢这些自行车。有些人喜欢骑车，有些人喜欢看，有些人对自行车的尺寸印象深刻。每个自行车都不同，大轮子的车看上去是给10岁孩子骑的，但是当他们骑上去的时候却非常困难，等这些孩子骑完之后都做个鬼脸，我很满意有这样的效果。小自行车的轮子是自由的不受约束的，骑起来非常笨拙，没有效率，但是相当具有挑战性。

尼克·舒尔茨：迄今为止你最喜欢的一个作品是什么？



永不长大：“小猫”自行车（上页）重205磅（用的是汽车论坛）。杰斯蜥蜴自行车（上图）有四个座位，时速可以达到17英里

格雷格·德高维亚：就自行车而言，是杰斯蜥蜴。它非常有趣而且骑起来和其他自行车不一样。尽管它只有25英尺长，却有半径达7.5英尺的转弯半径。全速行驶能达到每小时17英里，如果来一个急转弯，仍然能够正常行驶而不会甩出去，当然对于骑车的人就难说了。假设加速没有最高限速，骑自行车的人会发现很难像蜥蜴那样灵活机动。

就如同一个蜥蜴一样，脑袋可以抬起或低下、可以左右摆动、可以张开嘴巴，但是脖子是不能扭到后面的去。

尼克·舒尔茨：你下一个作品会是什么呢？

格雷格·德高维亚：火车，可以由孩子或者成人脚踏驱动的火车。它看起来像个玩具火车，设计特点类似蜥蜴自行车，重量上会轻很多。我希望明年夏天能够做出来，目前还缺少资金。

尼克·舒尔茨：人们会在那些地方看到这种火车？

格雷格·德高维亚：做好之后会首先在芝加哥展示，接着会在不同的城市展示。我最想把它开到旧金山的金门公园。

尼克·舒尔茨：你为什么会这么做呢？

格雷格·德高维亚：当我步入我的讲台，我希望更多的人用自行车玩乐，用自行车载物和用自行车锻炼身体。我希望看到更多的人选择自行车代步，减少使用汽车，降低对汽油的依赖。

我的未来方向是创造更有趣、更多功能的自行车，让更多的人喜欢上骑自行车。

尼克·舒尔茨：插图画家和作家，对带轮子的东西有很大的兴趣。



就地取材

雕刻成品和全木冲浪板制作者

皮特·史密斯

麦克·拉韦基亚和布拉德·安德森在缅因州海岸拥有一个冲浪板制作小公司（Graun Surfboards），主要做一些木质冲浪板以及手工制作的冲浪板套件。取材于当地的北方白雪松，经过合理切割，打磨加工好。公司从2005年拉韦基亚的地下室开始创业，现在已经有7名员工。

手工制板前采用的是计算机设计，以便能最大效率地使用木材，达到拉韦基亚所说的“节省木材和成本”的目的。以传统造船技术为基础，建造现代化的肋骨—龙骨风格。公司还提供为期一个星期的冲浪板制作培训，每个学员都可以自己动手做一个冲浪板带回家。在纽约缅因州的公司车间里，我和拉维西亚进行了

一次谈话。

皮特·史密斯：如何制作一个全木质的冲浪板？

麦克·拉韦基亚：我们做的板子都是中空的，内部有一个支撑的框架，类似于飞机机翼的构造。一旦确定了内部的构造，冲浪板的形状也就确定了，雪松厚板和一些特别铣削加工的支板安装在框架外面。

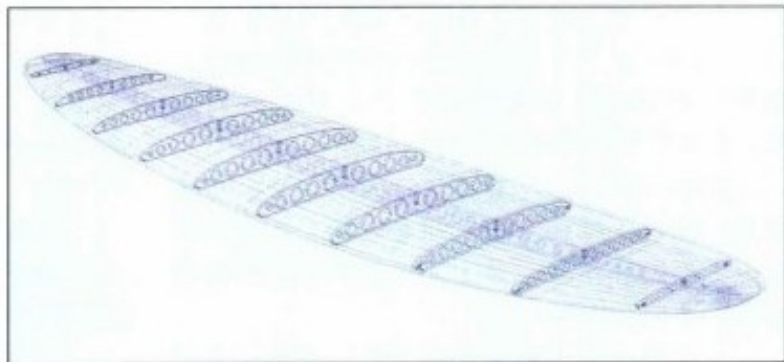
皮特·史密斯：为什么选择手工加工的方式呢？

麦克·拉韦基亚：我做了大半辈子的木质船，对它们有特殊的感情。喜欢无论何时何地都可以修缮它。可以用任何普通的材料制作，这里面没有特别机密的技术。如果你能手工制作，也就能手工修理。

摄影：马克·马基西



和Grain的产品在一起；
麦克·拉韦基亚（上页）
是Graun Surfboards公司的
总裁和创始人，他站在
在公司车间前面，和他制作
的像镜面一样的冲浪板在
一起。（本页）一位学生
在冲浪板制作课上用手工
平刨加工导轨外形。一位
公司雇员正在教授平板制
作；CAD图纸，这个图纸
展示了冲浪板的“飞机机
翼结构”，能让工人基于
客户反馈来改进设计。（
按逆时针顺序）



我们的冲浪板是用AutoCAD设计的，因此我们能够掌握真实的尺寸。不断把设计拿给客户看，以得到客户的反馈并不断地改进。然后就尽可能精确地做出这个产品。实际上在设计上我们没有太多的自由，不会凭空去空想一些设计方案。

皮特·史密斯：但是你们并没有带防尘口罩。

麦克·拉韦基亚：确实是这样。我们使用的都是带刃的工具，所以不需要带防尘口罩。你不用担心会吸到灰尘、气味以及其他一些类似的东西。和泡沫冲浪板的加工相比，需要用刨机和抛光屏将木质表面抛光打磨，这是一道很好的加工工序。

皮特·史密斯：为什么你们要给大家提供套件和培训的服务呢？

麦克·拉韦基亚：当真正这么做的时候，我们觉得：“这非常简单并且有趣。”我们不可能把价钱降到和泡沫冲浪板一样的价格水平，因此我们想：“为什么不尝试提供套件的方式呢？”我们仍然是想卖冲浪板，但只是需要装配起来而已。我们在说明书上花费了很多功

夫，大家用过之后确实很满意。

皮特·史密斯：如果自己在家里制作需要什么工具呢？

麦克·拉韦基亚：制作冲浪板的所有零件都已包括在套件中。所有的夹衬、轨条、框架、胶水、玻璃布、环氧树脂、鳍箱，以及所有的硬件设备。你需要准备夹具和一些带刃工具，例如：手刨、辐刨。买这些工具大概需要花费75美元。

把一个4英寸的PVC管切开并分开，它变得很有张力，就可以做一个夹具。这是制作夹具的一个非常经济的方法。

皮特·史密斯：会不会天气冷得不能冲浪？

麦克·拉韦基亚：很少碰到这种情况，我们可以穿防寒服。如果天气太冷，也没有关系，反正我们住得离海边非常近，冲浪之后可以跑回家冲热水澡。

皮特·史密斯居住在缅因州，他的工作涉及饮食、文化以及美食技术领域，还有《大西洋在线》
peterandreysmith.com。

废物工厂

明和电机株式会社让乐器
大不同

莉萨·卡特亚玛

宣 通土佐直直地凝视着我的摄影机，按下了胸口矩形小开关板的按钮。他身上的翅膀开始慢慢地打开，突然又停下来，面无表情地抬起了胳膊。

随着一声响指，他开始跳一曲欢快的舞蹈并且伴随着响指的节奏。和着响指，翅膀尾部的鼓槌敲打在一双木屐上，就像葬礼和恍惚舞曲混合而成的声音。

土佐是明和电机公司的总裁，这是一家位于日本东京的艺术株式会社，它所生产的离奇的乐器创作出很多荒诞有趣的作品，造就了一批在世界上闻名遐迩的艺术家。他的仓库里面堆满了手工制作的电子乐器。他向我展示了一个外部拨动控制的自动吉它，花瓣开合可以演奏的雏菊形状的木琴，一个风箱驱动的超大模拟音箱，连接到计算机上，通过一个人工耳朵发出声音。

他身穿蓝色的工作服和衬衣，打着领带，这是他的舞台服装。“我也穿过无尾晚礼服，”他说，“但是那让我看起来像个魔术师。”

明和电机这个名字来自土佐父亲曾经经营的一家电子产品小店。土佐一直都想成为一个艺术家，但是直到上了大学他才意识到制造有创意的工具应该选择机械专业。

“在大学里面有一个车间就像我父亲的老店，”他说，“我那时想，Maywa Denki 已经是过去被遗忘的事物了，是时候赋予它新的生命了。”

土佐和他的兄长正道一起工作，创作出和不同鱼类相关的一系列26个制作。“我们永远



宣通土佐是站在机械和音乐后面的人。在日本东京他的车间里，他发明了正宗的“弱智玩具”。图片是在东京的工场拍的

也不会认为这就是常规的艺术，因此开一个电子产品店铺是展示它们的最好办法。”工作服也表达了对父亲的敬意——20世纪70年代电子繁荣时代蓝领工人中小号的标准制服的复制品。

土佐的发明创造有乐器、功能失调的机器人和骨骼形状的伸缩绳。他们有一个共性：看起来都像是“怪物”。

“通常一个机械装置都是由合乎逻辑的部件通过合理的方式组装在一起的。我有艺术背景，因此喜欢把事物弄得毫无逻辑。当然它们背后的工程学意味着非逻辑背后隐藏着逻辑——这非常像矛盾修饰法。”他实事求是地解释。

明和电机的大部分发明都是通过他们的网站 (maywadenki.com) 和网络零售商像日本亚马逊卖出去的。土佐的最新发明是一个蝌蚪形状，像是泰勒明电子琴的乐器——otamatone，在2009年8月成功打入消费市场。他也用奇怪的乐器和弱智机器人在巴黎、大阪和华盛顿举办了音乐会。

当我观看他演奏他的乐器时，我意识到他在演奏他那独一无二的人生。“我相信万物皆有灵，”当我提及这点的时候土佐说，“我们相信万物都是有灵魂的。工具很有趣，可以用很多不同的方法去使用它。你能弄明白自己的方法，如同柔道和武士道，我给你看的是明和道——明和电机的方法。”

莉萨·卡特亚玛是《连线》、《大众科学》和《纽约时报》杂志的作者，有东京芒果网个人博客。她是Boing Boing的撰稿编辑和Urawaza的作者。

垂曲线 太阳能 反射器

用17世纪的数学创建21世纪的
可再生能源技术

索·X·布伊

关于太阳能方面的研究大致可以分为两个阵营：提高效率和降低成本。几年前，在我决定用业余时间进行太阳能方面的研究时，我选择了低成本的路线。

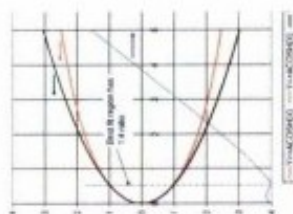
我有一个想法，用垂曲线的镜子来汇聚太阳光。垂曲线的方程式为 $y=\cosh(x)$ ，用绳子或者其他柔韧的材料在两端固定的情况下自然垂下的形状就是垂曲线。以前垂曲线被误认为是抛物线（ $y=x^2$ ），直到17世纪数学家才将两个曲线的差异澄清。

人们常用抛物线设计集中器以便将平行的光束汇聚到一个点上。我不禁想，如果我找到一组参数使垂曲线和抛物线更加相似，是不是垂曲线太阳能反射器会更加高效地会聚阳光呢？

SCR（垂曲线太阳能反射器）的优势在于能够自我成型。但是固体的抛物线形状不是自然产生的，而需要将反射器加工的刚性和强度提高以便在抵抗风、雪以及其他破坏性户外力量的时候能够保持它的形状。

SCR可以低成本地快速制作，不需要特殊的工具和技术。只需要选择柔韧的可以反射阳光的材料，并把它悬挂到那里就可以了。SCR最终要比刚性的抛物线反射器耐用得多，因为它瑜伽般的能力可以随着风转向，而不需要抵抗风力。

为了验证垂曲线和抛物线的反射器对光线的反射是类似的，我用计算机仿真了这个数学问题。正如我所料，我发现了一个宽高比，使垂曲线反射器汇聚阳光的能力能媲美抛物线反



如何仿造一个抛物线：（顺时针方向）在后院用铁皮和木头20分钟内做好一个SCR；用缩小的垂曲线反射器实验，将太阳能电池的输出放大了一倍；在高宽比1:4的比例下，对称的垂曲线（红色）和抛物线（黑色）重叠的图线表明两者非常接近

射器。就是按高1宽4的比值制造对称的反射器。

换句话说，材料垂下来的长度是两个固定点间距的1/4。根据这种方法，一群十几岁的孩子在我的指导下，只花20分钟就用手工具制作了一个有效的SCR锅。

出人意外的是在某一合适尺寸下的非对称的垂曲线反射器，效率要更高一些，对不是垂直曲线轴线的入射光线的汇聚效果更好。这就意味着在特定的限制范围里，ACR（非对称的垂曲线反射器）可以汇聚天空中各个方向的阳光。

又大又便宜的ACR有望替代又小又昂贵的光电板。我现在正在研究配型，想要弄明白是否这种设计比抛物线更适合汇聚散射的光线（散射是抛物线汇聚器的致命弱点）。为了能将项目限制在我的科研预算内，我采用了微缩模型。在早期的实验里，这个装置将太阳能电池输出扩大了一倍。

欢迎你加入我的基层研究。我的Email地址是**blax3@thoxbui.com**。

索·X·布伊（**thoxbui.com**）和他可爱的妻子及3只海龟居住在亚利桑那州凤凰城。曾经以科学研究为生，现在以科研为乐趣。

爱上制作

Make: 一切皆可制作



定价
35元

《爱上制作》系列丛书特约销售点:

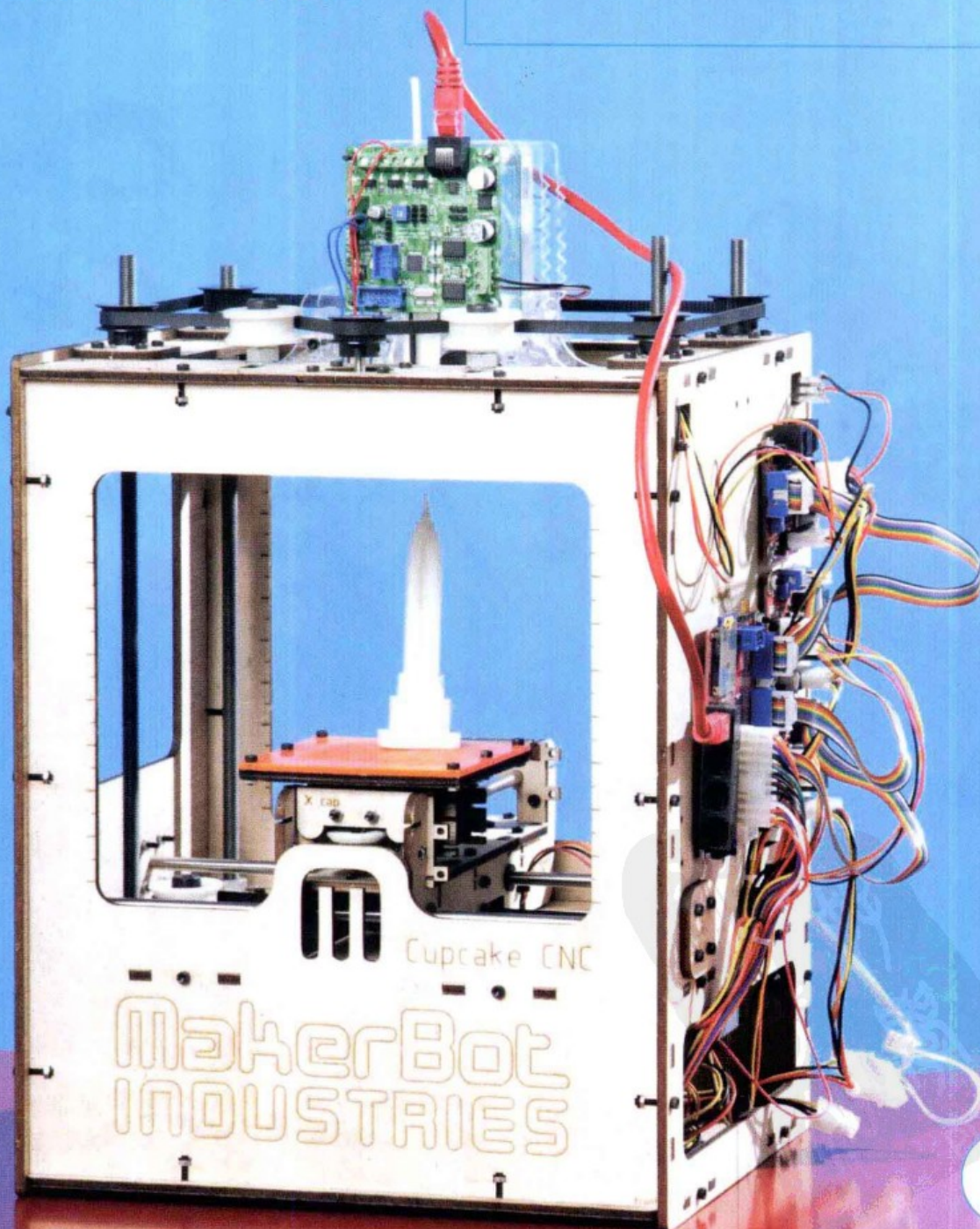
石家庄	兴隆科技书店	电话: 0311-87035648
上海	上海长篇小说图书批发部	电话: 021-63765725
杭州	华鸿图书有限公司	电话: 0571-88256097
温州	华鸿图书有限公司	电话: 0577-86057222
广州	广州越秀区电子科技书店	电话: 020-83352482
苏州	金陵书店	电话: 0512-65296805
成都	今晨书店	电话: 028-86667610
重庆	重庆弘景文化传媒有限公司	电话: 023-67051783
昆明	昆明警苑报刊发行有限公司	电话: 0871-4175865
济南	山东济南读乐尔文化传媒有限公司	电话: 0531-82061722、82061167
西安	培豪书店	电话: 029-82100802
深圳	深圳耐看文化	电话: 0755-82416789、13823361973

制作：

桌面制造业

20世纪80年代末期激光打印机对于家用来说已经不算贵了，这引领了一场桌面印刷系统的革命。20年后我们正在见证一场三维打印的小革命。在你的桌子上建起工厂的一部分如今已经成为可能。在《爱上制作》的特殊章节里面，我们将为你介绍许多实现的方法。

革命即将到来	32页
DIY三维扫描仪	40页
花800美元自己做CNC机床	46页
直接数字化的婚戒	50页
开源自复制机器	52页
CNC机床套件	54页
多足机器人制作	56页
艺术品的三维快速成型	57页



革命 即将到来

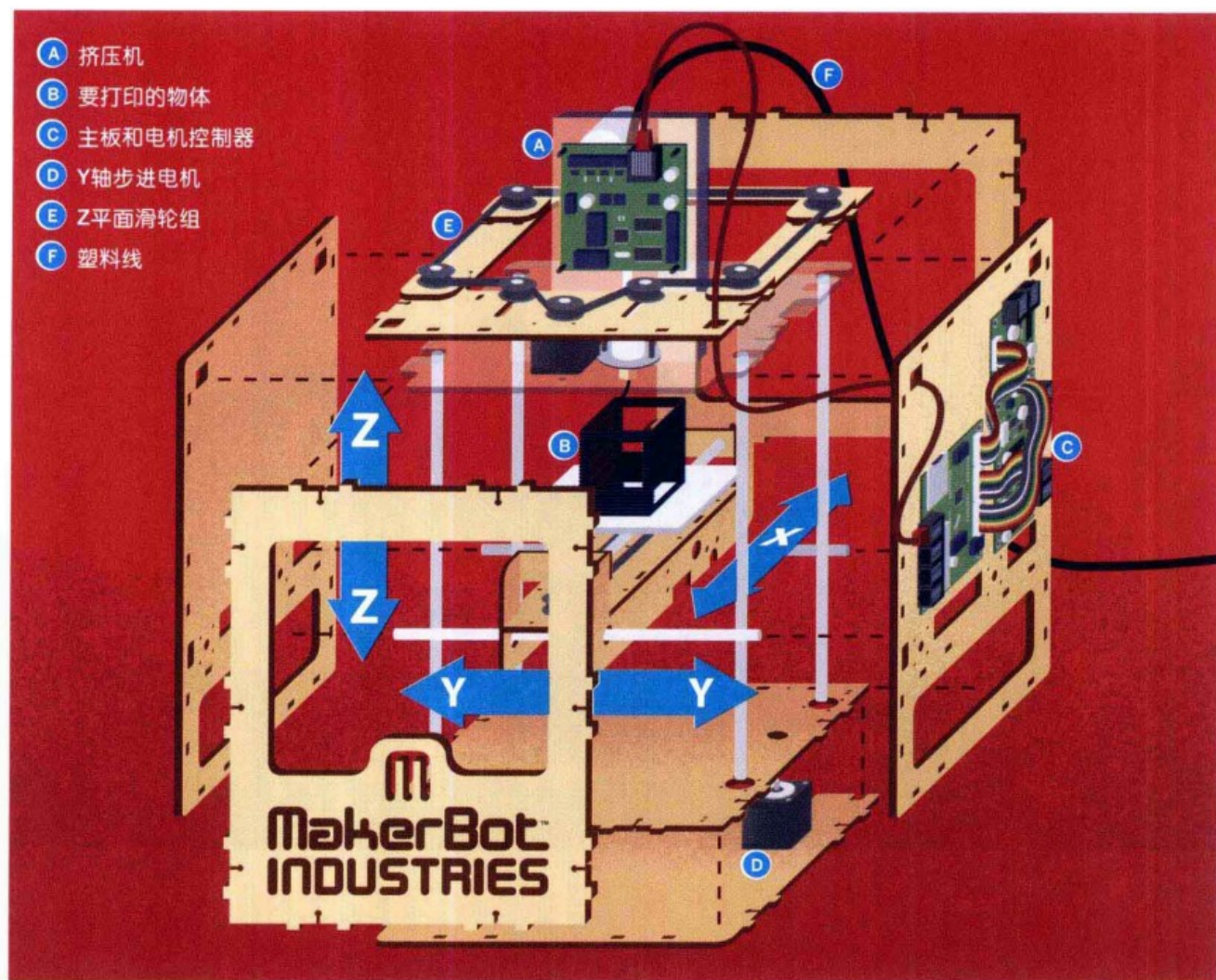
MakerBot工厂的
内部观察

贝姬·斯特恩



三个CupCake：迈耶、史密斯和佩蒂斯以及他们的开源三维打印机

摄影：凯特·南希



“这是一台最原始的三维打印机。”当我们站在被称作“Bot Cave”面前的时候，布雷·佩蒂斯为我们解释道。这个仓库坐落在纽约市中心布鲁克林区，是MakerBot工厂的起源地。在这里启动了地球上每个人都想实现的台式三维打印机的梦想。黑客远远比红客多，Bot Cave的工场里面装满了电子元器件、包装材料和样机。这个地方给人一种神秘的隐居住所的感觉，即便是停在仓库里的高科技超级英雄车也带着一个单速赛车把手。

这个刚刚起步的公司投身到以套件为基础的三维打印机的行业中，称它“快速成型”或者“无以伦比”都可以，三维打印融合了一系列技术，这些技术实现了虚拟三维和真实物体之间的转换。不像CNC铣床那样从一块材料开始进行切削制成成品，三维打印则需要用材料制作物体的每一层。

这种添加法加工通常可以通过两种途径实现：粉末床或者挤出。粉末床的方法是：刀架夹起一个选好的粘合物移到粉末床上做出一层材料，然后降低床的位置加工下一层。这个加

工过程反复操作直到加工完成，最后从一大桶粉末中抬起来移开。挤出的方法是：刀架夹起一根热塑性细丝材料（一般用ABS塑料）挤出一层里，冷却的时候就会变硬，制作成最后的成品。

不到一年前，扎克·霍肯·史密斯，亚当·迈耶和布里·佩蒂斯创建了MakerBot企业。关于这3个人，在纽约布鲁克林黑客空间遇到他们的人都会知道，在过去的5年里，他们在DIY论坛十分活跃（佩蒂斯在过去几年里为本书英文版制作了许多视频）。



CupCakeCNC比框架式快速成型机明显小很多 ——具有便携式的特点，人们可以拎着它去参加聚会。

CupCakeCNC的第一个原型，MakerBot的三维打印机旗舰产品及时地完工，赶上了2009年3月份奥斯丁的SXSW音乐、电影和技术展会。

佩蒂斯用周末的时间打印了塑料玻璃镜头，4个月时间3个人发了第一组20台机器到最初一批积极的客户手中，以答谢DIY论坛上积极的支持者和热情的网友。

候肯、迈耶和佩蒂斯辞掉了他们的工作，靠着运营头十个月的积蓄生活。他们的朋友艾德里安·鲍耶（RepRap研究基金）和雅各布·罗德威克（Vimeo的创建者）为他们提供了创业资金，从此他们的事业开始稳步发展。一年后，批次规模已经从20台增长到150台，大约每月发货一次最基本的套件定价750美元。

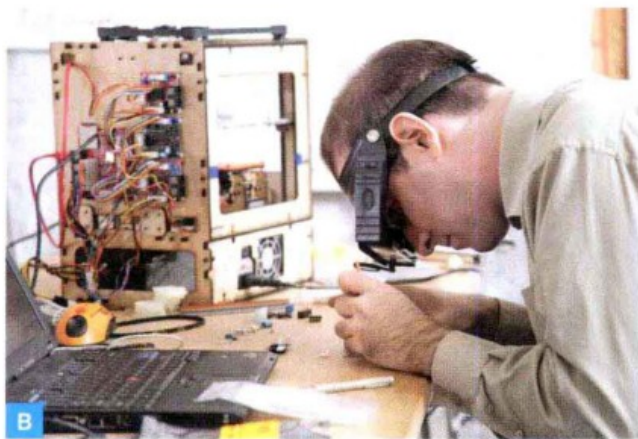
CNC纸杯技术与RepRap类似，是第一台开

源三维打印机，特殊设计的它能够复制自身的零部件。CupCake使用了史密斯26设计开发的RepRap主板。使用了自己的Sanguino微控平台，本身继承兼容Arduino。

在机器设计阶段，史密斯、迈耶35岁，佩蒂斯37岁，CupCake的原型部分是在NYC Resistor's激光切割机上加工的。他们24小时连续工作，在第二单生意结束之后解决了所有设计问题。

和RepRap的刀架来回移动将塑料放置在固定的平台上不同，CupCake挤压机上下移动。边长10cm的正方形制造台在外侧移动，将挤压的塑料细丝根据要打印层的形状铺展开来。

CupCake CNC拥有最小功率和尺寸的固定刀架，比RepRap更加轻，比框架风格的快速



成型机的跳动更小，因此携带更加方便。当CupCake打印的时候一边吱吱地、呼噜噜地叫着，同时机器里面特别设计的二极管闪闪发光，看着它就像是坐在篝火旁边一样。

MakerBot以套件形式销售机器，套件包括电机、皮带轮、线路板和激光切割的胶合板，自己可以动手组装。公司接受预定并且成组发送机器。用户在收到机器并组装使用后，一般会提出一些设计上的建议和改进意见。设计上的改进会在之后的机器中实现，并且给当前的客户进行机器升级。

第一批机器要求客户将许多贴片芯片焊接到主板上。最新的CupCake带有焊好电子器件的板子，使机器的组装容易了很多。机器的组装变得像宜家家具一样简单，只需要一个通用扳手就足够了。

CupCakeCNC在这一领域属于首创。在引领硬件组装和热心自己动手的聪明的使用者方面，佩蒂斯非常自信地把它和早期的个人电脑Altair和苹果I代相比。早期使用封装在框架结构中的快速成型机受体积的限制只能在一些研

图A CupCake反复不断地进行设计

图B 新的CupCake的部件有时候能在一个CupCake上进行制造

图C CupCake能制作来自各种三维平台设计的模型

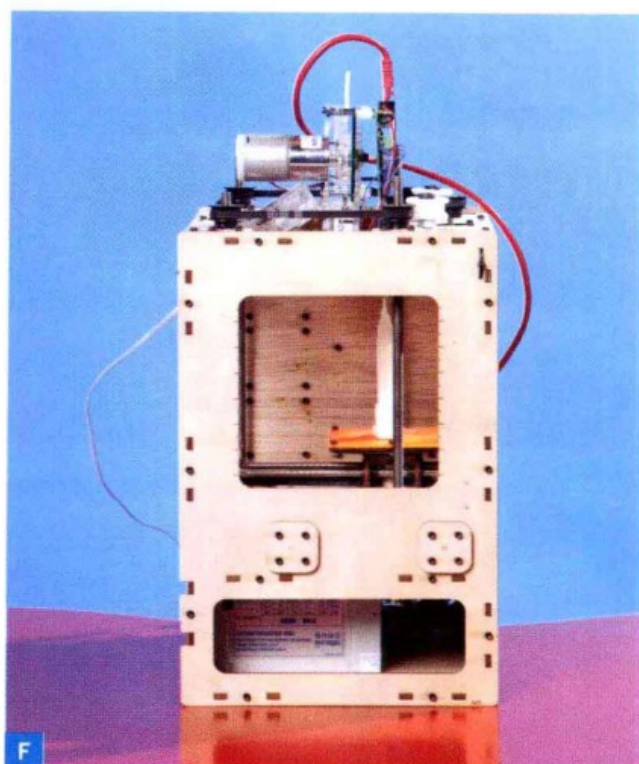
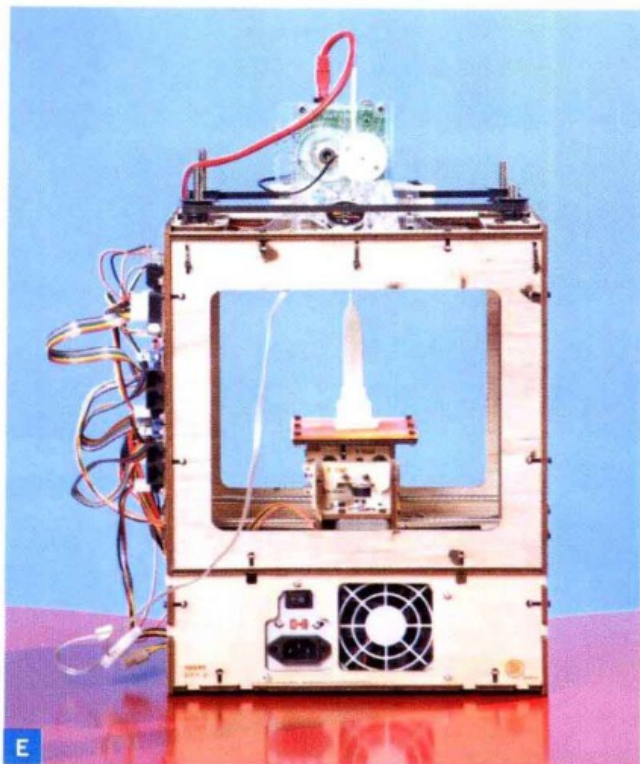
图D CupCake成品，广泛使用的乳白色和黑色

究机构使用，现在做一个CupCakeCNC就可以将框架移到你的桌面上。

CupCake CNC可以加工的产品类型比传统的三维打印机要少一点，但模式却是完全不一样的。使用者所要了解的技术细节要深一些，但是成本也要低很多。

MakerBot的爱好者们通过谷歌和Flickr的群进行交流，互相帮助解决难题，帮忙使他们的机器运转更稳定。这种分布式的网络支持意味着三个创立者只需要直接回答很少的客户问题，但是他们也承认每天需要花几个小时回Email进行技术支持。

一个同时进行的项目——Thingiverse，使MakerBot公司更加兴盛。2008年夏天史密斯和佩蒂斯发起了一个分享激光切割源文件的网站。分享三维资源文件后，Thingiverse的扩展



图E 部件最大尺寸4英寸×4英寸×6英寸

图F 用激光切割的1/4英寸布里奇胶合板制作

图G 电子器件包括一个步进电机驱动、主板、挤压控制器和光电挡块

图H 皮带和滑轮组推动挤压机在z轴上移动（从上面显示）

图I 布鲁克林总部

变得更加容易。网站也用相同的流程设计过程，直接使用CupCake的设计。

Thingiverse允许使用者为一个“thing”创建一个页，上面记录了电脑可以读的切割或者打印文件、图片或者注释并能自动生成一些指令。使用者可以给自己的作品编上版本号、进行改进设计和发布原创产品的派生品。

世界各地的使用者都可以共享打印的模块。例如在德国，奥芬博格的阿革贴出了哨子的模型，纽约的使用者一个半小时后就拿到刚刚打印出的哨子了。当每一个产品的关于组装技术和未来修改的页面贴出来后都会有很多相关的讨论，论坛的好处就在于大家一起解决问题。

不同版本的CupCakeCNC套件非常适合已经拥有一些部件的人群的需要。如果你已经有一个激光切割机或者CNC刀架，你可以选择一个不带激光切割部分的套件，或者直接选择一个挤压机。机器的模块化和开放计划对那些喜欢动手的人来说非常有吸引力，他们以前经常

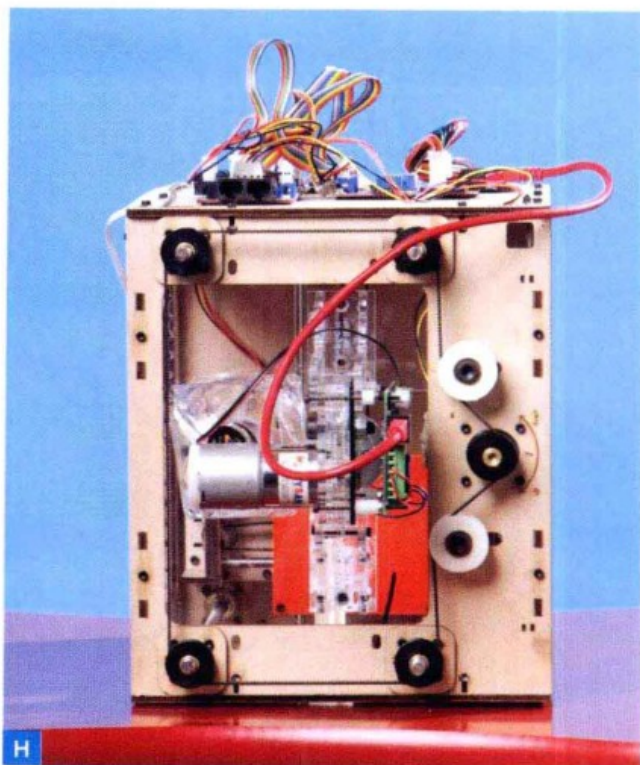
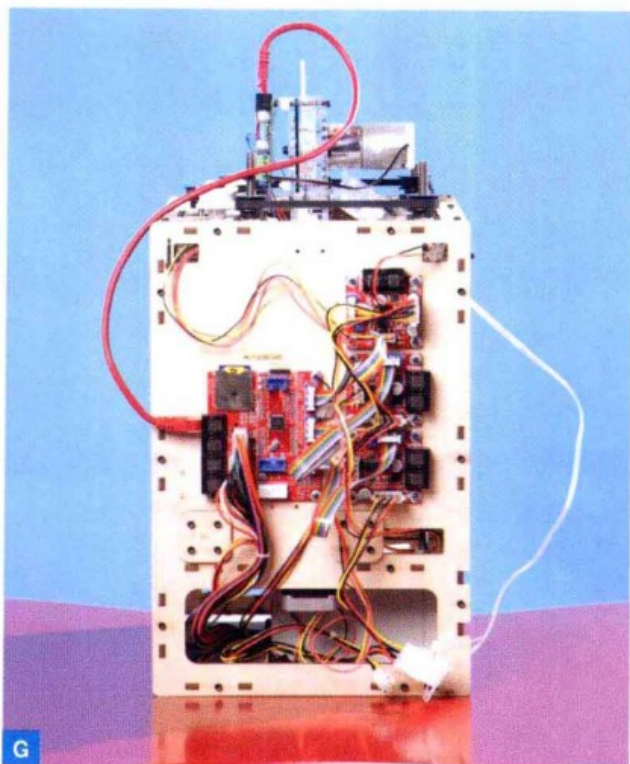
被不友好的“黑匣子”技术关在门外。

三维打印开放模块资源也是当前发展的趋势。在爱好者圈子里，标准的（昂贵的封闭资源）三维模型平台如Maya和SolidWorks也慢慢地放开了艺术处理和融合技术包。

不要在意他们是如何建造他们的模型的，无论如何，大部分CupCake的使用者利用Skeinforge（一种蹩脚但是开放的Python脚本）将一个虚拟的物体转变为一套清晰的一层层指令发给塑料挤压机和移动的平台。然而其他的开放资源包，如ReplicatorG是发送一些刀具路径的指令给机器来进行打印。

按照数学的规则用脚本对象来完全避免使用大型三维模型软件包是完全有可能的。这些指令或者“参数化”对象可以通过两种途径获取：脚本或者生成的STL文件（真实的标准数据传输格式）按照标准模型进行修改，或者生成G代码来控制刀架。

对CupCakeCNC进行改进的计划是漫长而令人振奋的。由于缺乏可以支持打印的材料，现在可以打印的东西是非常有限的。商用挤出式打印机有两种：一种主要支持塑料，另一种支持其他能融化的金属材料。需要给挤压头一个空间放置一层塑料，这样才能在前一层上挤出后一层。寻找更多可以支持的材料对于



MakerBot: 参数和价格

外形尺寸: 16.5英寸高 × 13英寸宽 × 9.5英寸深

重量: 10.5磅

加工容积: 10cm × 10cm × 13cm

可打印材料: ABS, HDPL和PLA塑料 (很快就能提供)

材料强度: 很结实, 你能站到一个打印出来的作品上而不会损坏。

层厚: 0.375mm

打印速度: 每秒30mm

价格: 750美元 (基本配置), 950美元 (豪华配置)

控制软件: ReplicatorG (免费的开源软件)

MakerBot来说是要优先考虑的事情, 但这也是一个大的挑战。

当他们正为这个月的消费者电子产品展做准备的时候, 三个新的电子改进有望揭开面纱: 新Arduinc大型主板, 支持板载USB和新的微型步进电机改进运动控制。

制作者论坛的其他成员也加入了进来。查尔斯·派克斯, 一个NYC Resistor成员, 正研究一个传送带用于运送CupCake加工后的成品, 这一研究将有助于打印的自动化过程。“我想要一个桌面工厂,” 他说, “但是我并不想成为这个工厂的工人。”

然而MakerBot的目标并没有停留在CupCake上。他们已经计划研发桌面三维扫描仪, 它

将和CupCake CNC打印机配套创建一个清洗/甩干的DIY组合 (详见第40页安德鲁·刘易斯的SplineScan系统)。

他们也正致力于研究使用PLA材料, PLA材料是一种以玉米为基础的生物降解塑料。最重要的是, 这个挤压器能使用蛋糕霜糖代替塑料。霜糖挤压器的样机目前正在进行第二次修改: 真正的CNC蛋糕的时代很快就会到来。

✚ MakerBot网址: makerbot.com

✚ Thingiverse网址: thingiverse.com

✚ 马克·德温克制作CupCake的详尽描述见: makezine.com/go/cupcakecnc

贝姬·斯特恩是本书英文版网站和《工艺》杂志的副主编。

“滴答滴答滴答”……

剧本：你是一名计算机工程师，在一家高楼大厦中的国际银行中工作。这天深夜，你忙完了一天的工作拎着手提箱正走向地下停车场。你的车孤零零地停在昏暗停车场的一堵墙边，紧挨着电梯。突然，就在你掏出钥匙准备按下开锁键时，你听到了一声响亮的“哔哔”声。

你吃了一惊，转身看到不远处墙角上靠着一个不明物体，还带有一闪一闪的红光——借着微光你立刻看清了那是一个计时器，并且正在开始倒计时！只剩不到3分钟了！

那不明物体上有一堆五颜六色的电线混杂成一团，还有三个动态感知器排成一排正好覆盖了正面180°范围，每个感知器都用电线连接在一个小黑匣上，黑匣下面是一块比鞋盒稍小一点的砖块状物体。砖状物上还有三个水平放置的玻璃方块，里面盛放着水银，用电线与砖状物相连。另外有一根金属外观的柱状物和几根较长的电线一起插在砖状物的一边。现在你毫无疑问地认定这就是一个定时炸弹！——而你的到来恰好启动了倒计时。

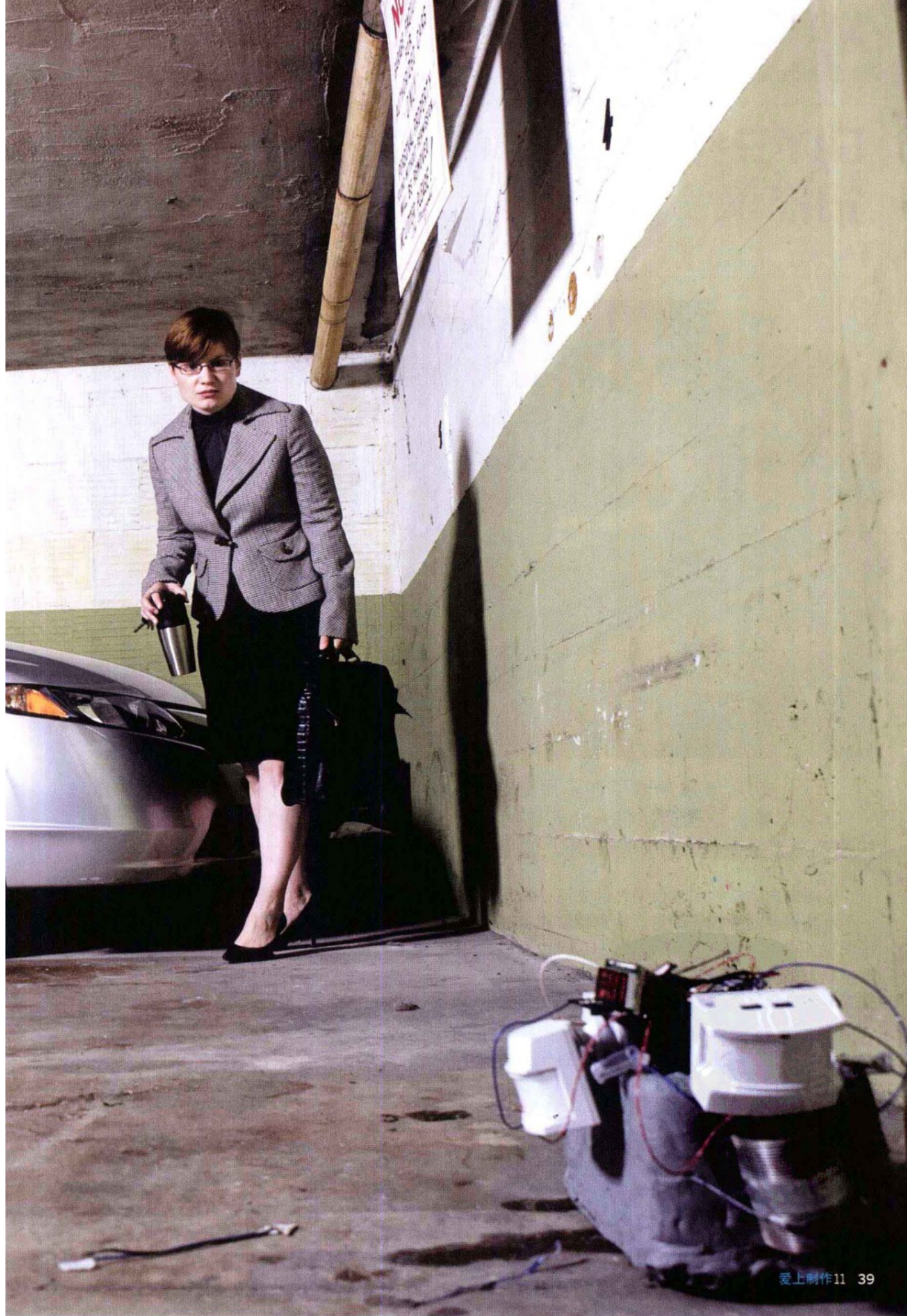
挑战：尽管你知道水银开关的工作原理，但你无法确定那三个动态感知器的作用，也不知道那个小黑匣子里面藏了什么——或许里面藏着一个触发器？你也许会想要逃离爆炸范围或者掏出手机求助，说不定你能逃得掉，或者你的手机信号能关闭这个装置，但是天啊，说不定只要你按下车钥匙上的解锁键就会发出错误的信号瞬间引爆这个定时炸弹！惊慌失措不能解决问题，你只剩下不到3分钟时间来决定采取怎样的行动。那么你究竟会怎样做呢？

道具：你的手提箱和口袋里装有一个普通的计算机工程师应有的东西，合情合理——当然你肯定会有一把瑞士军刀或者莱泽曼工具刀，别管它的来历了。除此之外，你拥有的最好的道具是你的脑子。开动脑筋全速思考吧……祝你好运。

请详细描述你的解决办法并附上图示或者照片，在2009年3月6日之前发送到makeshift@makezine.com。如果提交的解决方案中有内容重复的，则我们会挑选其中回答质量较高的方案。最言之有理并富有创意的方案会为你赢得一件《爱制作》T恤和一本《爱制作》袖珍参考书。想法积极点，别忘了在解决方案中附上你的穿衣尺寸和联系方式。祝你好运！想参考往期杂志中“权宜之计”的读者解决方案，请访问makezine.com/makeshift。

下次“权宜之计”将由你来出题！没错，我们为你敞开大门，给你提供挑战全世界的机会。你只需提交你的剧本——包括挑战、道具等常规内容，再附上你认为最佳的解决方案即可。成功获选的剧本将会刊登在这里，而你还会获得MakerShed网站价值50美元的礼券。截止日期到2009年3月6日，赶紧去制造点麻烦吧！

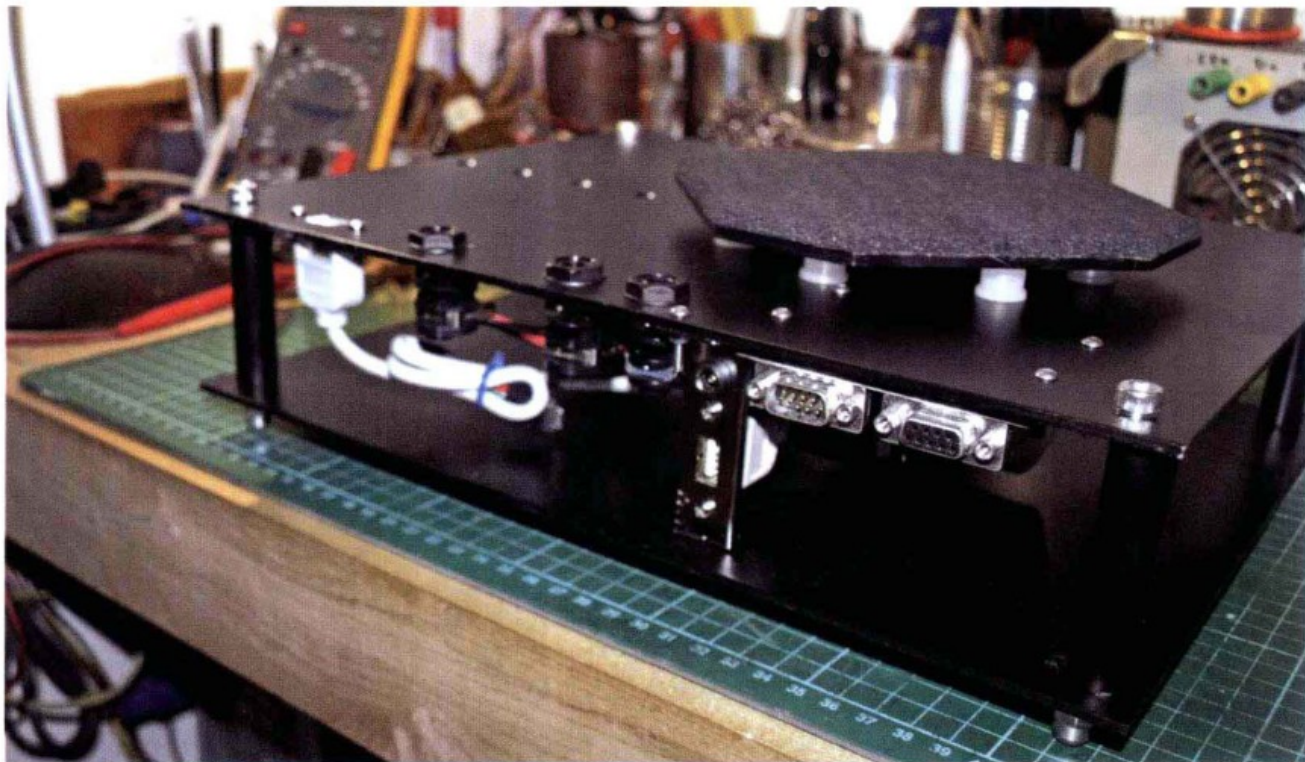
李·D·兹洛托夫 (Lee D. Zlotoff) 是一名作家/制片人/导演，曾执导电视剧《百战天龙》(MacGyver)。他还是Custom Image Concepts公司的董事。(公司网址: customimageconcepts.com)。



DIY 三维 扫描仪

介绍一种电脑控制
曲线扫描转盘

安德鲁·刘易斯



最近几年来激增了许多用RepRap和Fab@Home制作的家用快速成型系统。这些产品将大众开放的共享资源汇集在了一起。遗憾的是，三维扫描仪总是被家庭制作排除在外，似乎已经落到了后面。

我决定启动三维扫描仪制作的先河，发明一个电脑控制曲线扫描转盘。转盘用变速箱进行精确定位，并且安装了激光器、灯和摄影机。尽管转盘适合旋转物体进行精确摄影或者交互显示，但它最明显的作用就是三维扫描。

作为我博士研究的一部分（[mara-三维.rog](#)），现在我使用转盘测量、保存一些古代工艺品的尺寸。不得不说测量的结果令我非常满意。

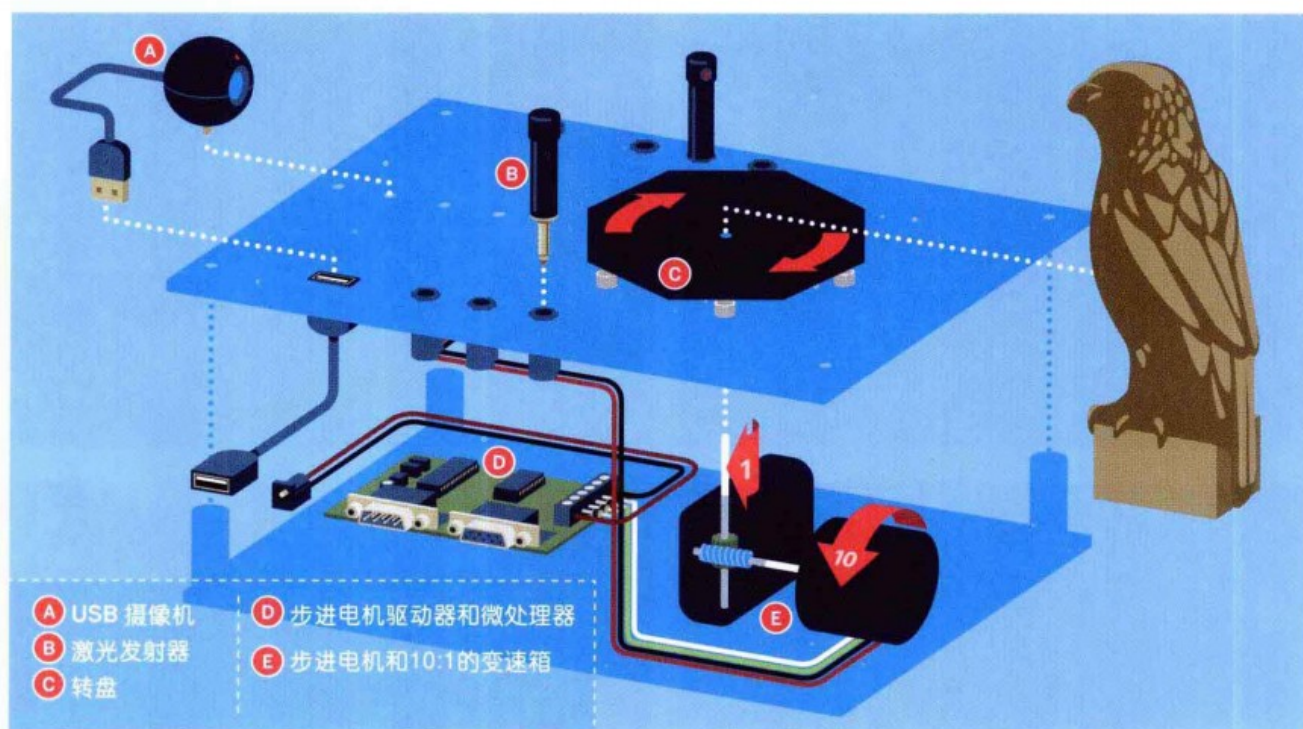
部件清单看起来似乎会让人有点畏缩，但是实际上这个东西并不难做。扫描仪本身由三个主要部分组成：

底盘：这是扫描仪的骨架。所有的部件都

安装在底盘上，因此它需要有足够的强度支撑所有部件的重量，以及往转盘上放置的任何物体的重量。

变速箱：这个部分用于驱动步进电机旋转转盘到我们需要的地方。这部分的设计非常简单，只需要几个部件。

电气部件：扫描仪的大脑和神经，连上电脑来控制转盘运动。布线并不难，只需要简单的焊接知识就可以了。



材料

安装了Linux或者Windows系统的台式机
USB A对A电缆

底盘：

铝片，333mm × 250mm × 3mm (2)
英国Technobots公司 (technobots.co.uk)
塑料硬片估计也够用，但是我发现金属更容易加工、耐用，而且可以用传统的喷漆进行加工。

喷雾胶或者胶棒

带有USB双插座的背板

22mm铜管，65mm宽 (4) 半径大小没有关系

塑料球脚轮 (6) Technobots part #4262-100

M3 × 25mm带螺帽螺栓 (9)

M4 × 75mm带螺帽螺栓 (4) 螺杆也可以

摄影万向接头

2.5mm直流插座，内联装备

1/4英寸单声道插孔，面板安装 (6)

红色和黑色转接线，20#每种大约1m左右 (电压12V 电流2A)

1N4001二极管 (可选) 或者较低功率的二极管

变速箱：

双向步进电机及驱动 Millford公司编号#5-595 ppmilinst.redcetera.com

你也可以选用带有电机保护的Arduino微处理器，从makershed.com上订购；这个产品的升级版将会用Arduino

塑料蜗杆传动 Technobots 编号#4600-030

带黄铜安装孔的尼龙齿轮，10齿，4mm口径Technobots 编号#4600-131

镀银钢轴，4mm × 333mm Technobots 编号#4426-004

微型球轴承凸轮，4mm孔，外径8mm，3mm宽

Technobots 编号#4255-162

铝壳，160mm × 103mm × 43mm Maplin Electronics 编

号#1455N1601, maplin.co.uk

12V 2A电源

包装垫圈 (可选)，用来垫高

转盘：

3mm铝片，150mm × 150mm

环氧树脂或者3mm带螺帽螺栓

背面有胶的泡沫板或者亚光面漆 (可选)

激光发射器：

LM317芯片 (2)

电阻：240Ω (2)，620Ω (2) 连上LM317得到4.5V

电压；电阻值根据激光电压的大小而定。计算方法查阅

reuk.co.uk/LM317-Voltage-Calculator.htm 十分方便。

目标电压要低一点，因为在最高电压附近激光变得比较模糊。

Neutrik 1/4英寸留声机插座 (2)

1/2英寸铜管，6英寸长 (2)

激光线发生器 (2) 我在eBay上找到了5mW，便宜的5V

红外线激光发射器模块

1/2英寸水暖端盖 (2)

热熔胶和 (或) 螺钉

工具

钢锯或者带锯，切割铝片和铜管

环氧树脂

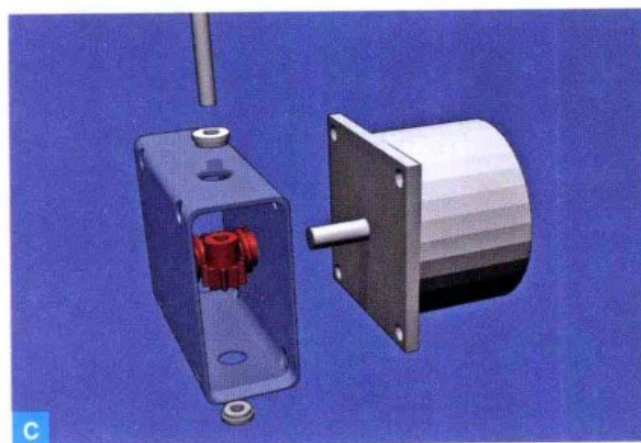
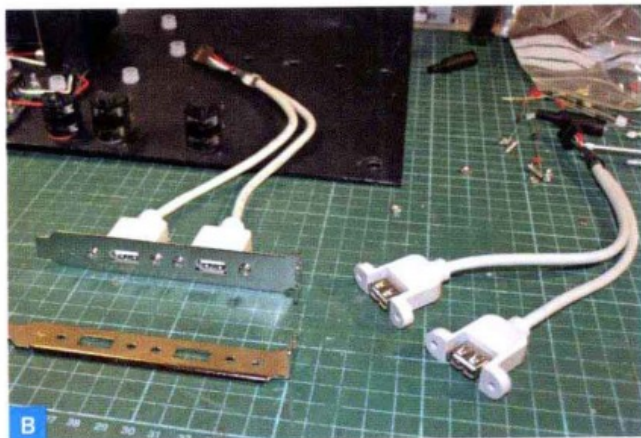
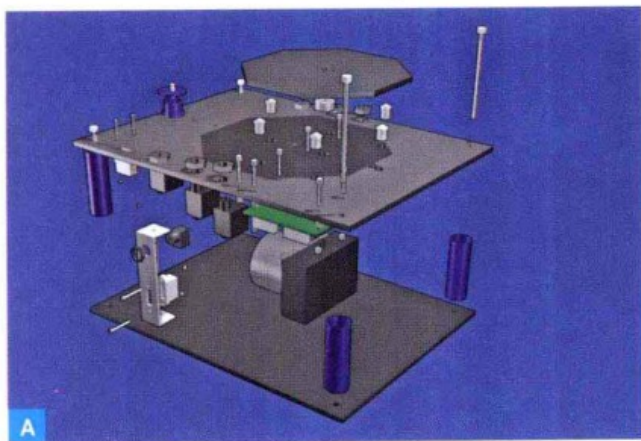
钻床或者手电钻和钻头

螺丝刀

通用扳手

烙铁和焊锡

电工胶带



建立你的三维扫描系统

时间：几个周末 复杂度：中等

1. 做底盘

从SplineScan网页上打印出上、下两个模板 (splinescan.co.uk/downloads/construction) 并粘到铝片上。这些模板标记了需要钻孔的位置。如果用钻床钻孔就非常容易了，但是用手电钻也很好加工。

在上下两个平板的拐角处各钻一个4mm的孔，安装65mm的螺栓和底盘连在一起。在上面平板的最长的边上钻6个大孔，安装1/4英寸的音频插孔，插孔的外径大小取决于使用的品牌。

参看部件解剖图（见图A）和模板决定底盘其他部件孔的尺寸。孔尺寸取决于使用的产品品牌，原则是先钻小，然后根据需要扩大（测量两次，钻一次）。

在顶部模板上的一个小的椭圆形用来指示USB插槽的位置。

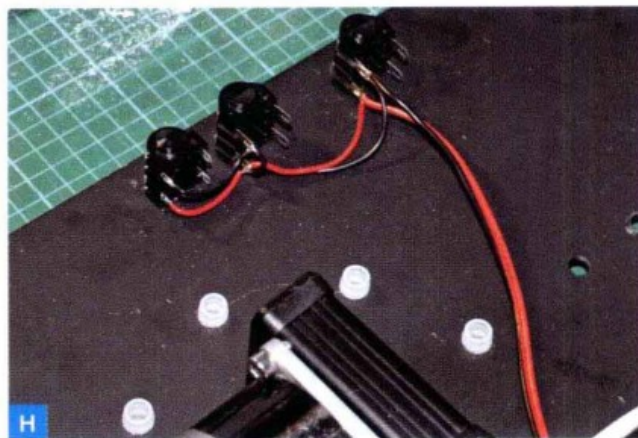
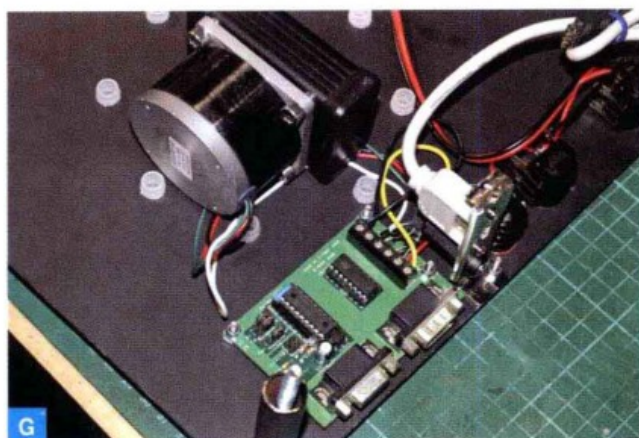
最佳的USB插槽是计算机USB端口扩展器，就是安装在你的计算机里面，连上主板的（见图B）那个。在大部分电子市场里都有卖，但是设计并不标准，你可以将孔钻在任何位置。如果你想让你的USB插槽安装在转盘上，现在就以你的插槽为模板标记并钻孔。

将两片铝片用75mm M4螺栓固定在一起，中间用铜管或者塑料管隔开。管子的确切直径尺寸并不重要。割四段65mm长的管子，在上下两块板的四个拐角各放一段。将螺栓安到上下板四个角的孔里，用螺母暂时固定一下，确保每一个零件安装正确，再把它们拆开。

现在所有的孔都钻好了，可以做一些收尾的工作了，例如，油漆铜线和铝片，抛光表面。

转盘用6个塑料家具支撑脚支撑到合适的位置，这是一个紧密配合，但是如果用一点点胶黏一下也没有关系。

把6个1/4英寸插孔安装在上部板两边朝下的方向，在这里会用到两个不同位置的激光器



模块。这些都做完后，就可以开始处理变速箱和电机了。

2. 做变速箱

变速箱很好做，因为变速箱本身是现成的。它提供了10:1的减速比，将每步 1.8° 的步进电机转变为 0.18° ，并且把电机轴转动右旋 90° （见图C）。

切割铝壳使它比电机宽一点点，确切的尺寸并不重要，只要箱的每个边都能安得下塑料端盖即可。

在铝箱最大的一个面中央钻一个洞，让轴和塑料涡轮从这个洞钻进去。用电机作为模板，在盒子的拐角处钻孔，孔的位置和电机上的安装孔对齐。

接着把塑料涡轮的孔扩成6.5mm，使它能够安装到电机轴上。把涡轮传动轴切割成和电机轴长度一样。这样就可以紧密配合了，并且在端部添一点环氧树脂确保轴不会滑出来。

在盒子最窄的一面钻一个8mm的孔，安装微型轴承。这一步比较复杂，孔的位置要使

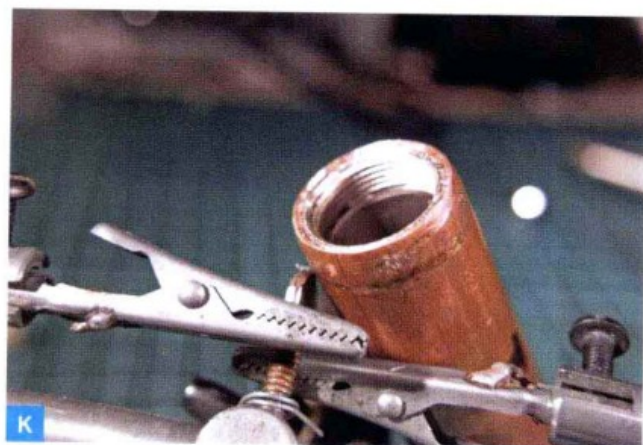
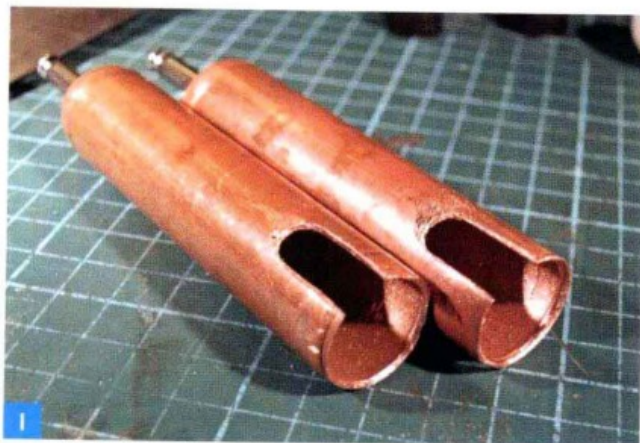
塑料齿轮和涡轮精确地啮合在一起。测量要认真，电机安装孔要有足够的公差。切记电机的重新定位比轴承要容易得多。

把轴承推进孔里（不需要胶），然后把轴穿过第一个轴承。这是一个紧密配合，可能需要轻轻的敲打才能把轴推进去。

把10齿齿轮安装到轴上，接着把轴穿过第二个轴承。

用螺栓把电机（轴上连着一个蜗杆）固定到它的位置上。把10齿齿轮安装到4mm的轴上，让它与涡轮啮合，用固定螺丝钉把它固定在黄铜轮毂上。

安装端盖，现在你差不多做好变速箱了。以顶板作为模板找到对应孔的位置（见图D），用M3螺钉将变速箱固定在转盘顶部。如果你用的是3.5mm的钻头，你可以对着变速箱的孔直接旋入。你可以在变速箱顶部和转盘顶板之间留出一些包装垫圈的空间，以容纳变速箱的塑料边框。



3. 制作转盘

根据splinescan.co.uk上面的模板，从3mm厚的铝片或者硬塑料上切割出转盘。

在中央钻一个4mm的孔（见图E，前一页），用一个4mm的轴引导安装一个4mm的插孔。你也可以使用胶，但是我改动了插孔，用3mm的沉头螺栓固定插孔（见图F）。

把转盘安装在底盘上，切割轴以防顶住转盘。用一个艾伦内六角扳手将埋头螺钉（固定螺丝钉）旋进转盘底部的插孔，将转盘固定在轴上。

黏上带胶片的泡沫材料或者用漆将糙面变漂亮，转盘就完工了。

4. 安装线路板

Milford电机控制器的控制端口接收一系列信号并将其转换为电机运动。

注意：可以选用带有电机保护电路的Arduino来控制步进电机，扫描仪升级版可能会选用Arduino。事实上我有几个另一个项目留下来的milford控制器，现在没有备用的Arduino。

用M3螺栓将控制器安装在底盘的顶板上，在控制板和顶板之间留出几个螺母的空隙。

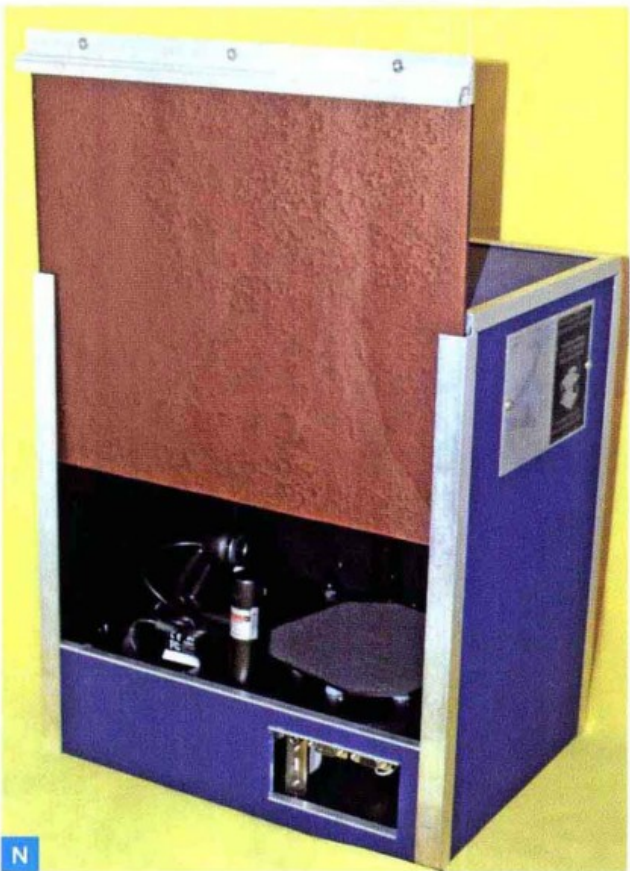
除了电源线要连在底板一侧的2.5mm直流插座上（见图G），所有的电机线直接连在控制板上。

我把直流插座安在从台式机后面拆下来的一块空板上（就是拆USB的同一块板）。直流插座用电线直接连着底盘顶板上面的USB插槽（红对红，黑对黑）。和台式机的连接使用常用的USB延长线。

电机控制器需要12V的电压，一个12V、2mA的电源对系统运转应该是够用了。

电源用的是1/4英寸插槽（见图H）。可以将插头通过直流插座直接连到电源上，如果你不准备卖而只是自己用，可以做得尽可能的简单。

电源直接连接在插座上有一个问题，意味着系统的任何激光发射器或者指示灯即便是机器在空闲的时候也会一直是有电的。



一个更好的方案是从电机那里取电，使用二极管来防止线圈之间的反向电流（见图G）。这种方法的好处就是：当电机控制板电源关掉后，灯和激光发射也会关掉。如果电机空闲但是锁定的时候，灯会亮着。

5. 制作两个激光发射器

如果你对三维扫描感兴趣，你需要做一个激光发射器把它插在1/4英寸的插座里面。同样，你要做一个插入LED模块来指示转盘上面的物体。

插座上的电源大概有12V电压，因为大部分

激光发射器和LED使用的电压很低，所以需要用一个单片的稳压器芯片进行降压。我推荐使用LM317芯片，它能够输出不同范围的电压。

发射器外壳的设计十分简单。我使用Neutrik 1/4英寸留声机插座，它非常容易穿过1/2英寸铜管（见图I、图J、图K）。在这个制作上有足够的地方安装电源稳压电路（见图M）和我在eBay上订购的一个微型激光器。

我用一个标准的铅端盖盖住每个发射器的顶部，并且把它们涂黑（见图L），用沉头螺钉和热熔胶把黄铜管固定到插座上。

6. 安装运行控制程序

控制转盘非常容易，可以使用Milford自己的软件或者简单的串口通讯软件。我提供了一个Python接口库用于控制电机控制器，motorcon.py，在我的网站代码区里面就可以找到，monkeysailor.com.uk/code.php。

我的“巴比伦”版曲线扫描软件（我用来扫描过巴比伦石碑）直接支持这个转盘控制。它是完全开放的资源，于2009年11月份在网站splinescan.co.uk上发布。如果你对三维扫描感兴趣，那你的运气就不错。

巴比伦曲线扫描使用了Python和Pygame，在Linux系统下设计、运行，当然在Windows系统下运行得也非常好。

好了，现在你已经拥有了一台期待以久的，使用开源三维扫描软件的扫描仪了，可以用来摄影或展示。我给自己的机器安装了一个外壳（见图N），在扫描物体的时候，激光就不会外泄。将来，我可能会做一些改进设计，例如，可以移动的挤压头，开发单极三维打印机。

安德鲁·利威斯 (andrew@monkeysailor.co.uk) 是一位热心的工程师和计算机科学家，在三维扫描、计算机理论、算法和电气方面很有兴趣。他热衷于自己动手做一些科学、技术方面的东西，仅次于对朋克蒸汽机的喜欢。

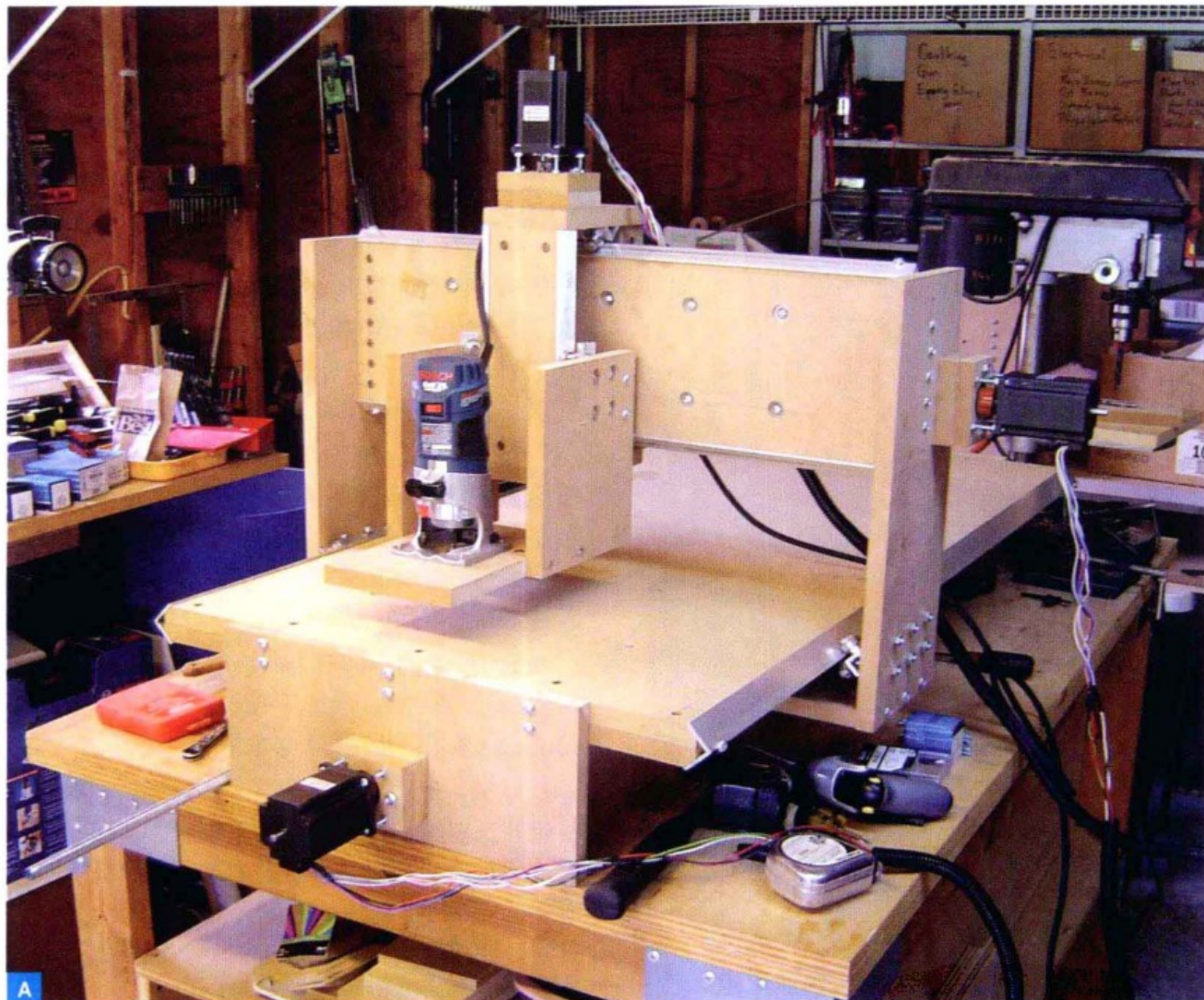
制作：

桌面制造业

花800美元 自己做 CNC机床

《制作你的CNC机床》
的一位作者给大家的简介

詹姆斯·弗洛伊德·克里



我从来没有想过在我的制作室中能摆上一台CNC机床，但现在竟然真的有了一台！比拥有一台CNC机床更爽的是这台CNC并没有花太多钱……相信你自己制作也不会花更多钱。

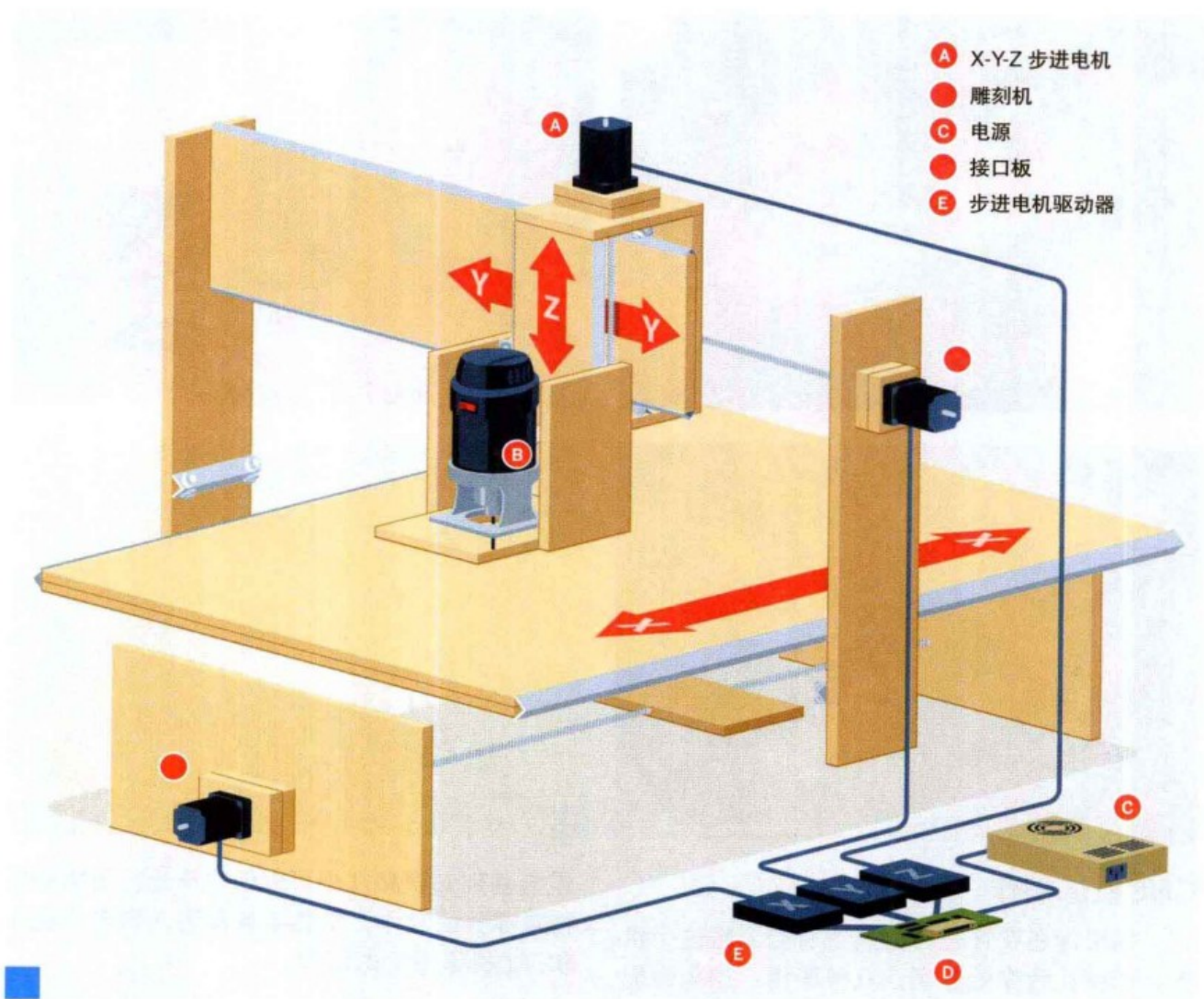
小型的CNC机床价格在2000~5000美元，和工作台尺寸差不多的CNC价格在7000美元以上。我在这里很高兴地告诉你，只花800美元你就可以拥有一台2英尺×4英尺的CNC机床。

当然了，这是《爱上制作》，你可能已经猜到了这是一个制作项目。在你怀疑自己是否有相关技术和工具之前，让我告诉你制作爱好

者最喜欢听的一句话：如果我能制作这台机器，你也一定能！

我和合作的伙伴帕特里克·胡德丹尼尔把制作过程都记录下来了，这台CNC机床的设计者是阿普鲁斯，在我们的新书《制作你的CNC机床》中可以找到相关信息。

摄影：詹姆斯·弗洛伊德·克里



机床概述

图A中就是我们下面要做的CNC机床。这台机床的床体是用中密度板（MDF）做的，中密度板很便宜，既坚硬又结实，易于切割，最大的好处是无需焊接，整台机床只需要2张4英尺×8英尺的中密度板。各个部件之间是用螺栓和暗销连接形成一个坚固可靠的框架。

不管你信不信，许多人做这个机器只用到了斜角尺、锯子、手电钻/螺丝刀和一个卷尺（buidyoucnc.com上的视频就是很好的证明），但是如果你还有台钻、台锯和一些基本的木工工具，将会使你的制作过程更加高效和顺利。无论如何，稍有耐心的制作爱好者都能用最基本的工具做出这台CNC机床。

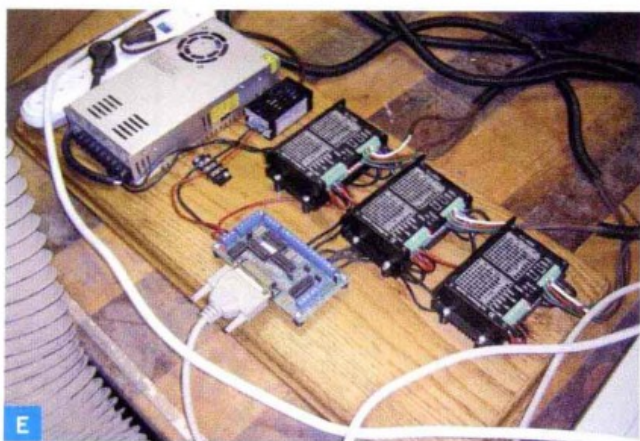
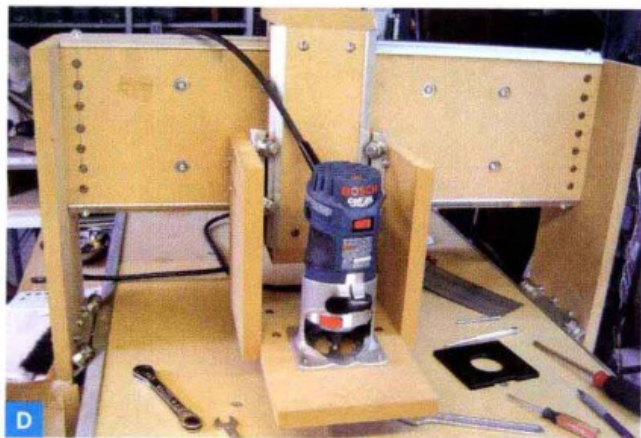
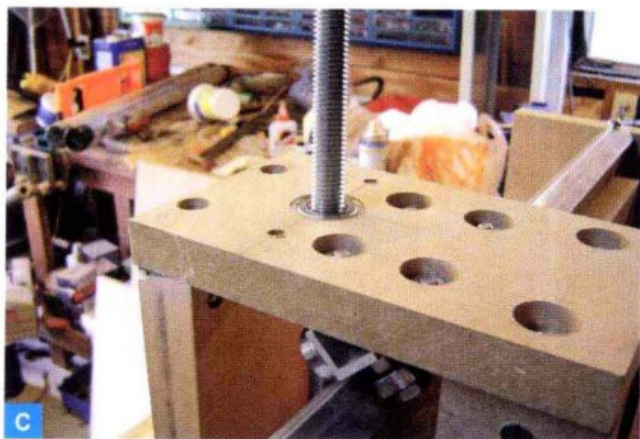
这台CNC机床用螺杆作为驱动装置（见图C）。3个步进电机连接到螺杆上控制雕刻机前后运动（X轴）、左右运动（Y轴）和上下

运动（Z轴）。把全尺寸雕刻机或小型雕刻机（修边机）安装到CNC机床上，再连到集尘系统（CNC机床工作时会产生大量的灰尘）。

我们把三个步进电机驱动器、电源和一个接口板安装在一起（见图E）。接口板通过一根电缆连接到运行控制软件的个人计算机，我们用的软件是免费的ArtSoft Mach3（machsupport.com），当然了，你也可以用其他的CNC控制软件。

这个CNC机床工作效果如何呢？这取决于你用它来做什么东西。派垂克先生用这台CNC机床钻孔和切割制作另外的CNC机床的部件，你能相信它有多强了吧！

我只是刚开始用我的CNC机床做东西，对于一个新手来说，用这台机床雕刻东西能让你立刻得到满足感，雕刻出来的东西非常清楚明了（见图F）。



CNC机床制作

如果你还在怀疑自己是否有能力做这个机床，那就让我来给你确认几件事情：如果你能熟练操作台锯或电圆锯锯木板；能自如地使用台钻或手电钻并能更换钻头；会用尺子，那你就做出这台机床来。如果你是一位资深的制作爱好者并拥有齐全的工具，你做这台机床就一点困难都没有了。

对于刚学了制作课程、课外项目和男女童子军活动的学生来说，这是一个非常好的项目，当然也是一个大人、小孩协作的好项目。我好久都没有机会和父亲一起工作了，我非常高兴在过去能和我父亲一起做两个这种CNC机床。有时候有帮手帮你检查一下你的测量是否准确或是在你钻东西或拧螺钉的时候帮你搭把手是非常有用的。当你遇到问题时有人帮你一起分析，当这个机器第一次成功运转起来时有人分享你的成功真是非常棒的。

我们写这本书的目的是给大家介绍整个制作过程，书中从头到尾会有大量的图片。书中一开始简单介绍一下CNC机床原理、中密度板

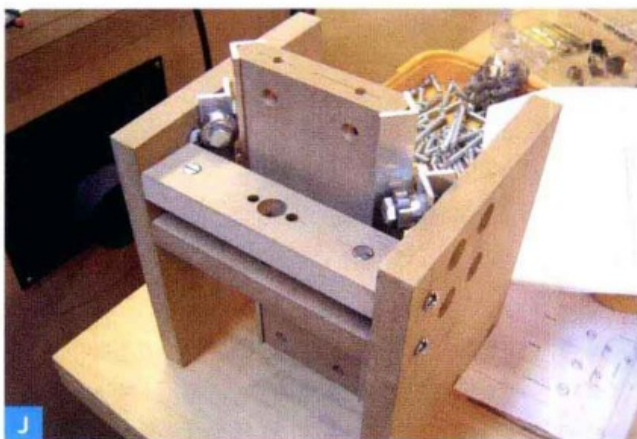
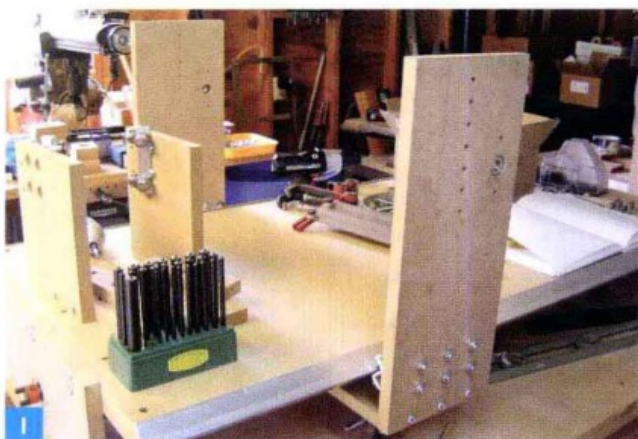
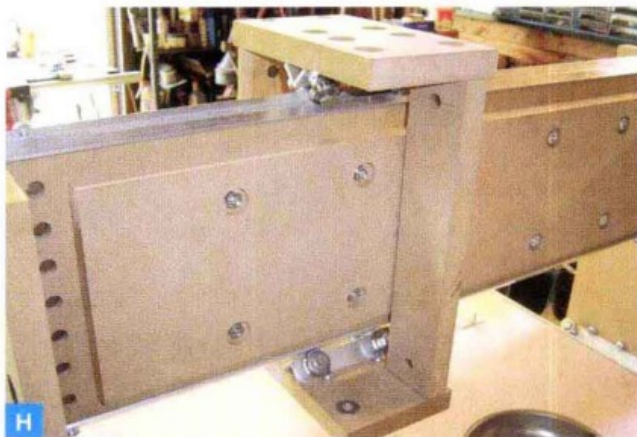
连接基础知识和几个可以使机床运行更平稳的特殊零件的制作，接着会直接进入到电子制作和CNC机床框架的制作。

第一个任务是切割、钻孔并组装机器的台面，这个台面也是X轴（见图G）。完工后的台面不只是用来安装剩余的零部件，还能通过台面制作迅速熟悉这个项目后续工作所需要的各项标准技巧（深孔加工、使用十字销钉来连接部件、切螺杆等）。

我们在制作这台CNC机床的过程中会切割或钻一些特殊部件，比如轴承和导轨组件或罩（见图H）。这些部件运转在另外的一片角铝上，使完工的机床移动平稳精确，派垂克设计的这个方法相当简单而可靠。

有关制作的章节比较短，你可以随时开始或停下来。从X轴开始，完成Y轴（见图I），然后以Z轴结束（见图J）。

在制作机床框架时还要仔细阅读电缆布线指导，我们会告诉大家买什么型号的电机、驱动器和电源——你也可以很容易用其他型号的，当然，在替换之前一定要仔细阅读这些说



说明书以保证能和我们写的布线指导匹配上。如果你有一定的电线焊接经验会比较好，但是没有也没关系，你可以不用焊接而是采用接线螺母来连线。

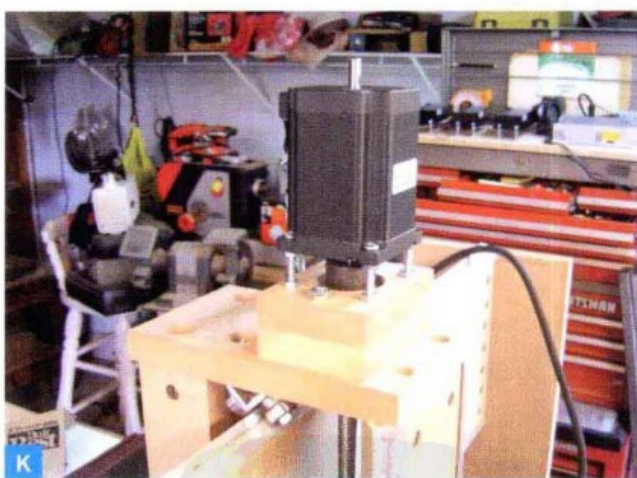
框架完工后把步进电机安装到相应的各个轴上（见图K），并把螺杆连好。下一步把雕刻机安装到安装板上。随后根据我们的指导安装并配置Mach3软件，接着把你的新机床做几个简单走刀测试来检查3个轴的运动。

玩得开心

制作和使用这台CNC机床都是很有意思的事。在制作过程中我学会了一些新的木工技巧，更加精通台锯的使用了，学会并爱上了Forstner套件的使用（在这里向大家强力推荐这个钻深孔和普通孔的好工具）。

我还仔细挖掘了CAD软件设计技巧、用来把设计图纸转换为G代码的CAM软件使用技巧以及Mach3中用来控制电机和雕刻机的相应文档。

在完成这个项目后，我吃惊地意识到我的CNC机床知识相当少——机床一直等着我去学



新技术和新方法来使它更有能力。和我一样，你将发现CNC机床做好后，真正的工作才刚刚开始。

詹姆斯·弗洛伊德·克里 (byocnc@gmail.com) 是亚特兰大的一位自由作家。他是乐高NXT机器人博客NXT Step (thenxtstep.com) 的主编。

直接数字化的婚戒

我送给老婆的订婚礼物是我用手工制作的塑料仿钻戒指。尽管塑料戒指挺好玩的，但是即使是用坚固的工程塑料也不耐磨，后来我觉得结婚这种大事还是应该送一个永久性的戒指。

我们不停地逛首饰店以及各个大型购物中心，最后我们发现想要得到最满意的戒指的唯一办法就是自己设计。和其他骄傲的工业设计师一样，我们骄傲地相信我们能设计和制造一切东西。

做戒指对我来说比较幸运，和做零件一样容易——我只需要简单地把CAD设计发到三维蜡模工厂，然后把蜡模送到首饰铸造行，最后就能取回铂金戒指。

设计和制作你自己的戒指

时间：可变 复杂程度：中等

1. 用三维CAD软件设计戒指

如果想制作非常精细、结构很复杂的戒指，你可能需要具备使用复杂软件的经验，但是如果只是一些简单的外形，用GoogleSketchup就可以了。市面上有许多CAD软件平台，有的是专门用于首饰设计的。我每天都用Solidworks，因此就是它了（见图A和图B）。

2. 根据选用的材料设置放大系数

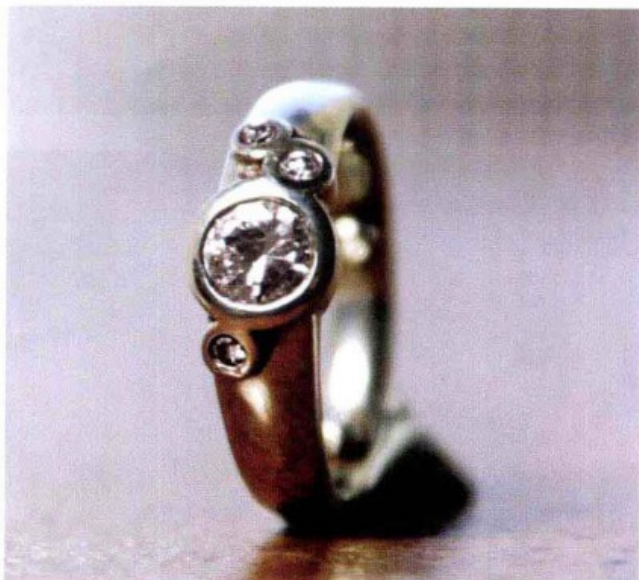
每种材料都有不同的收缩系数，CAD软件中最后一个设置就是根据材料设置戒指的放大系数。你选择的首饰铸造厂可以由客户选择材料，通过咨询他们可以得到材料的缩短系数。

3. 输出设计文件

设计完成并设置了放大系数后，把文件输

用CAD软件和三维打印机创作定制首饰

乔纳森·奥克斯福德



材料和工具：

三维软件（我用的是Solidworks）

三维蜡模工厂的联系方式

首饰铸造工厂的联系方式

修整和抛光工具

出为三维蜡模工厂兼容的格式。通常是用STL文件（见图C），但有时也有用其他文件的。三维蜡模工厂会告诉你提供什么类型的文件。

4. 把文件通过Email发到三维蜡模工厂

然后等待着邮局把三维蜡模送来。你要选择装备有特殊设计的直接熔模铸造机器的工厂。我在做这个戒指时在制作塑料模上浪费了不少钱，因为他们告诉我在铸造中塑料模会自动烧掉。

塑料模型用来铸造一些金属是可以的，但是铸造铂金时塑料模型会导致铸件出现气泡。最后，我还是找到了一家生产专门用来铸造首饰的高精度蜡模工厂。



A



B



C



D

5. 把蜡模送到首饰铸造工厂

如果你是首饰制作爱好者，你或许在家里就能铸造，但我的工具箱中没有铸造设备，我选择的是纽约的Platina Casting，用铂金铸造。

注意：你需要支付比戒指的重量多一点的费用，这是因为在铸造过程中浇口的地方会多出一点金属，这是熔融金属进入模具的地方。工匠在切削时会尽量靠近戒指切，但总是会保留一点导致戒指总重量增加，这个凸起部分最后会被打磨掉。

6. 锉削、打磨并抛光——繁琐的工作

或者请专业的首饰商人帮你做，我选择的是后者，因为我还要嵌入宝石。嵌入宝石的过程相当复杂，最好还是由专业的人士来完成。

在最后输出的文件中，我在中心区域安装宝石的位置留了一个小孔来定位中心（见图D）。这一步是安装宝石的首饰商推荐的。

宝石安装师傅用一些特殊的工具为每一个不同的石头打出不同的安装孔。如果在金属缩小前事先预留这些形状是要冒风险的，可能导

致材料不够而安装不了宝石。余量最好留多点以利于宝石安装师傅操作。

小技巧：内部尖锐的角落很难打磨，在我的戒指上甚至是孔周围的小凸起也遇到了这个问题。可以分别制作几个小部件然后在抛光后焊接到一起，或是在小的角落里面增加一些小片也能解决这个问题。

其他方法

当然了，如果创作一个简单的作品而不安装宝石会节约不少时间和金钱，你也能自己完成更多的工作。要记住，珍贵的金属非常昂贵并且每天都在涨价。

大多数首饰铸造商为了避免浪费黄金或铂金，他们会在正式铸造前先用银来试试。并且银也可以作为一种大家都买得起的最终材料。另外，如果你真的想彰显个性，也可以试试钛、黄铜或青铜。

乔纳森·奥克斯福德是居住在旧金山的一位工业设计师，也是一名雕刻家、机械师、焊工、木工和发明家。

开源 自复制机器

这台等离子切割器可以和
他的RepRap兄弟互换和
协作

阿贝·康纳利



这台机器不只是一个普通的CNC等离子切割的机器怪物，它还可以自我复制。这个项目基于固有的自我复制原理，是一个彻底的开源项目，满足开源（OSE）的最新工具——RapTab。

RapTab是一个基于广受赞扬的RepRap项目的开源CNC等离子切割机。这个作品4英尺宽8英尺长，可以切割从铝到钢材的任何导电材料。

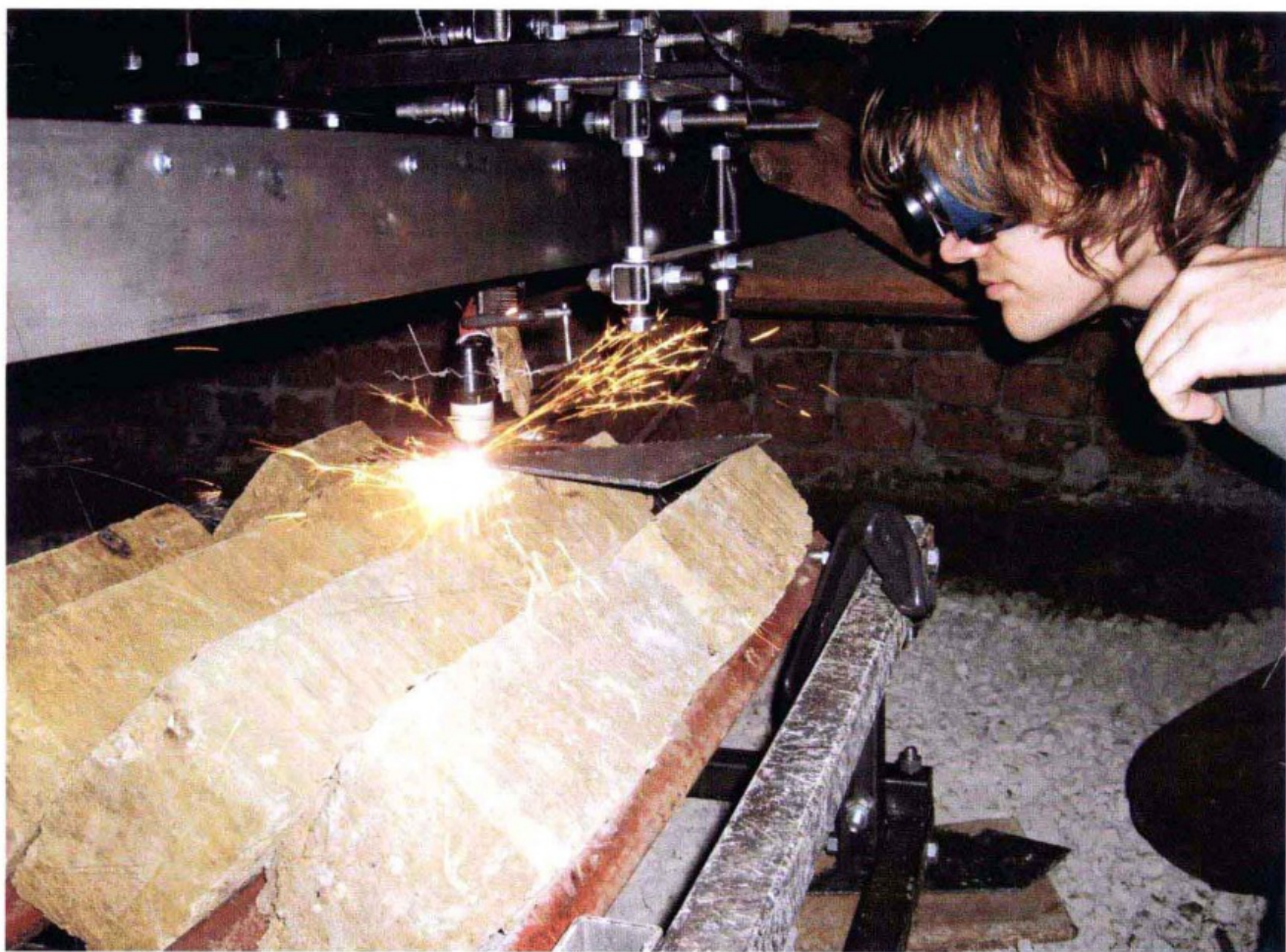
这个制作使用的大多数材料都是钢材，RapTab火炬床可以复制它自己（除了电机和控制外），是基于流行的开源软件设计并运行在开源软件上，包括Blender（概念设计）、Inkscape（机器的切削轨迹）、Linux（笔记本电脑操作系统）和EMC2（电机控制器）。

RapTab的一个很有意思的设计是它的切削头是可更换的（雕刻机、等离子切割机、氧乙炔、激光和水射流等），这个功能使它成了多面手并非常有用。

“其他机器不做大的改动很难更换切削头，”这个组织的创始人和指导者马森·杰克鲍斯科说，“如果我们把床体更换为雕刻机床，我们可以组装出一个10英尺长的风车刀片，这会非常有用。”

但RapTab远远不止是一个自复制机器，它

摄影：马辛·雅库博夫斯基



上页的图中，劳伦斯·金奇洛和马辛·雅库博夫斯基在RepTab切削床中间摆姿势照相
本页的图中，金奇洛用RepTab试着用等离子切割机

也是位于密苏里州郊区的Factor农场的组织总部用来开发开源硬件的一个主要实验设备。

劳伦斯·金奇洛创造了现在的这个RepTab设计，他叙述做这个项目的动机是：“回答一些重要的问题，比如做开源工作怎样养活自己？”

团队成员希望当前的原型能发展成为一个开源产品或套件并希望能成功推向DIY市场。

“最难的部分，”金奇洛说，“是怎么在保持尽量开源和大家看得见而又值得销售和开发之间的平衡。”

不算笔记本电脑和等离子切割机，制作RepTab仍需要1000美元。因此在个人的制作间里不是一个便宜的工具，但这个团队希望开源协作能降低成本并提高整体设计性能。

金奇洛说：“我相信团队设计能扮演一个重要的角色，使每一个想要它的人都能做出自己的东西来。”

他设想有一天RepTap和RepRap的元器件能互换并能创造一个可以切削各种材料的新概念机器。

“两台机器之间的协作意味着每一台机器都可以加工另外一个机器不能处理的材料。同时也有可能把两台机器的功能组合到一个床体上以加工金属和塑料，”他热情地说，“现在，如果把等离子切割机装到RepRap Darwin上，它可能会把床体熔化或切穿了。”

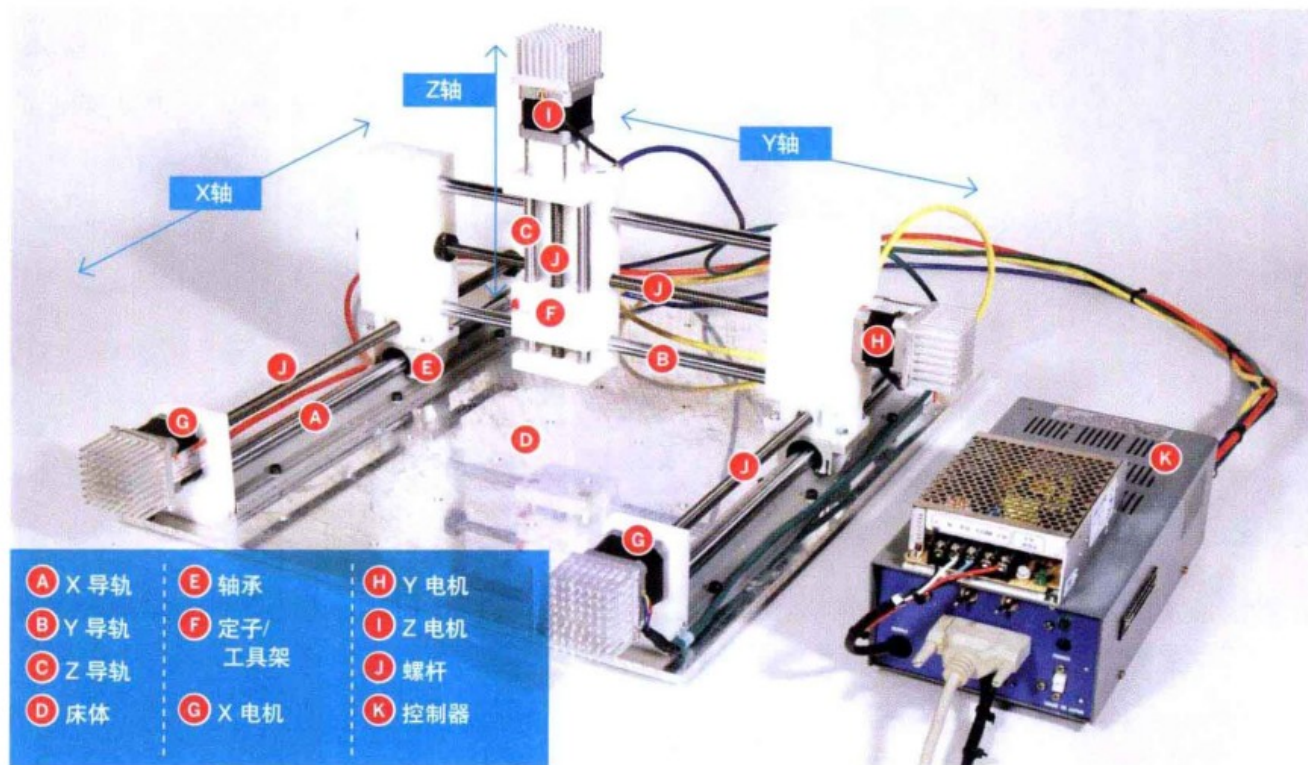
RepTap是最新的OSE开源硬件工具箱（参见本书英文版第18本的Life Trac拖拉机）。这个团队维护着一个各种制作文档都非常好的网站和维基。他们鼓励制作爱好者加入RepTab的开发：openfarmtech.org/weblog/?cat=214。

阿贝·康纳利在他的非市电自我能量循环的住所进行开源硬件项目。他的能量循环实验的架构、能量和支撑系统在Velacreations.com上有详尽描述。

CNC机床 套件

来自Lumenlab的高性能
微型桌面CNC机床套件

史蒂夫·洛德芬克



很长时间以来，我一直都想用CNC磨床或铣床来做点东西，尽管到处都有写得非常好的家庭制作CNC机床指导，但我从来都没有迈出实质性的第一步。因此我决定还是从套件开始我的DIY CNC机床之旅。

我选择的是Lumenlab的micRo桌面CNC机床套件（基本配置的价格是999美元）。我想要那种不用时可以放到工作台下面的CNC机床，但又很结实，能够切削硬塑料和铝材。

这个micRo机床看起来非常好（按美国航空航天局的分类方法），带有白色的塑料连接机构和发亮的铝基座，工作区域尽管比较小（12英寸×10英寸×4英寸），但这个范围对于爱好广泛的爱好者们来说已经足够了，反正我是很喜欢。

机床结构剖析

传统的数控铣床就像是一个台钻带有一个固定的主轴，还有一个可以X、Y方向移动的床

体载着工件在主轴下方运动。这个micRo机床不是这样的，它像大多数（但不是所有的）DIY的CNC机床一样是“龙门式”的，工件固定，而切削工具安装机构可以3轴运动，带动切削刀具在工件上加工。

安装机床

这个套件包含了机床所需的所有配件：床体、导轨、螺杆、联轴器、轴承、步进电机、电源、加工好的结构件、所有的螺丝、步进电机驱动板、DB-25并口接口、主轴和主轴头安装架。自己只需要准备电线、驱动器外壳和一台旧PC。

注意：Lumenlab已经更改了他们的套件配置，现在销售的机床控制器不再是分立的电路板和元件。如果想自己做控制器，你仍旧可以购买DIY机床结构件，可以从其他提供CNC机床驱动器和套件的供应商那儿购买步进电机驱动器，再配一台带并口的计算机，装上免费的开源软件EMC2即可做出一个很好的CNC控制器。

机床的基本安装毫不费力，几乎没有犯错误的可能。在Lumenlab的网站上有说明文档和安装指导书，在网站的讨论组里面有许多其他CNC机床爱好者撰写的经验文章。

在拧紧所有的螺钉完成安装后，需要一个框尺来确保两条X导轨平行度非常好以及Y轴滑动机构和X轴垂直，这取决于机床的导轨。

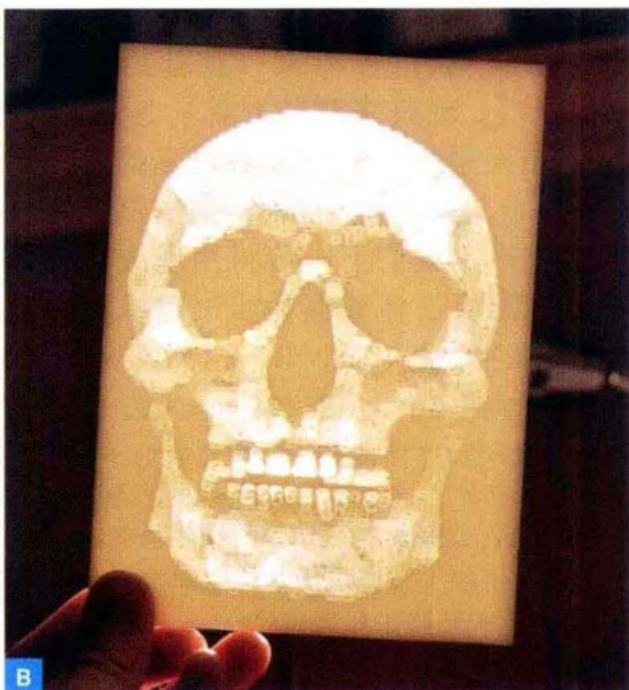
micRo提供的可选配的主轴套件用的是柔性轴、悬挂式电磨和一套把工具夹头安装到Z轴的机构。对我来说，这套主轴套件足以满足日常工作，你也可以很容易安装一个Dremel或其他的旋转工具。这个主轴工具功率比较大，在切削硬塑料时没有出现转速变化的情况。

操作机床加工零件

在用CNC机床加工零件前，有两个基本的软件步骤需要完成。首先，需要在CAD软件中绘制零件的三维图纸。接着用CAM软件把图纸转换为机器运行所需要的走刀路径，这就是众所周知的G代码。机床控制软件接着把G代码当作地图驱动工具沿着地图加工出零件（见图A）。

需要承认：我操作CAD软件真的不怎么样，但是我发现一个很酷的CAM程序名叫Image to G-code，这个软件可以把灰度图像转换为切削深度图。我按材料和工具的尺寸转换了个头骨图像，导入这个CAM软件后，它输出了一个正确的G代码，可以把这个图片加工到一块半透明塑料上。我把这个图像加工在一块白色Corian有机玻璃上，当把它拿起来对着灯光看时，简直和原图一模一样（见图B）。

在开始制作这个机床前我学习了许多CAD知识，但是得告诉你，这个桌面CNC机床的创造性非常好，我也很高兴从一个套件开始了我的CNC机床之旅。



图A 我的micRo CNC机床，是用套件组装的，相当简单
图B 这个机床把塑料打磨为不同深度，我用的是一个简单的CAM软件

参考资源：

Image To G-code程序：makezine.com/go/gcode
GeckoDrive(挺好的CNC驱动器)：geckodrive.com
EMC机床控制软件：makezine.com/go/emc
Lumenlab：lumenlab.com

我的制作过程照片：makezine.com/go/lodefinkcnc

史蒂夫·洛德芬克 (steve@finkbuilt.com) 是一位不分日夜的设计师，他最大的爱好是喜欢学习新技术、用快速成型技术和从来没有用过的材料制作一些小制作。

多足机器人制作

一个开源的DIY机器人系统

约翰·贝奇塔尔

玩家们多年来一直都用框架式玩具来制作壳体：Google的瑟奇·布莱恩和拉里·佩奇最著名的就是用Mega Blocks制作了他们的服务器机箱。按此逻辑，人们下一步将用现成的东西安装电路板、传感器和步进电机用以制作传统的机器人或小车。

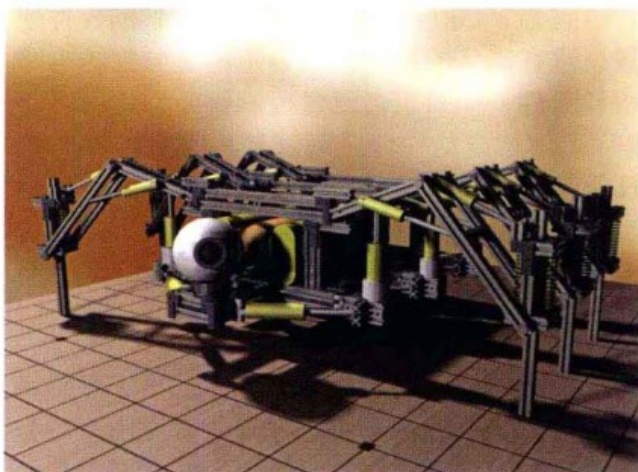
这种制作套件之一的MakerBeam是一个开源铝合金支架和连接件系统，有点类似于大人玩的Erector套件。这套系统用的是微型T型支架，就像是一个T型钢结构建筑物的缩微版本。

多足机器人项目组的萨姆·普特曼、格伦·鲍尔斯和詹姆斯·科丁顿采用了micto-patron网站Kickstarter (kickstarter.com) 来获取小额赞助，这个网站允许成百的捐赠人为他们制定的项目捐出几美元。多足机器人项目组通过这种渠道获得了差不多18000美元赞助。最近，我们采访了普特曼，下面是有关项目进展的采访过程。

约翰·贝奇塔尔 (JB)：你为什么选择kickstarter来寻求资助？

萨姆·普特曼 (SP)：kickstarter能让我们直接找到共同的爱好者。我们没有采取投资或借贷的形式，而是从支付制造费用和阿尔法、贝塔测试团队开始。对于银行来说，放弃知识产权是财产的损失，但对于参与这个项目中的制作爱好者却是财富。我们收到的捐款让我们能够在家就开发出一些套件，我们正考虑通过Kickstarter把这些套件回报给大家。我不能说得太多，但我们讨论的机器人并不是放在办公桌上的那种。

JB：MakeBeam是一个开源硬件项目——你的标



识中甚至有一个反向的C，表示“copyleft”（无版权），但是什么因素妨碍了开源项目的进展？是因为一些人把你的三维设计克隆成他们自己的吗？

SP：我们于2009年10月在Thingivers上公布了大量的多足外形剖面。和我们预想的一样，世界各地的人们几天内就打印并且改进了这个设计。

当前的三维打印零件达不到处理后的铝合金的精度和强度，但三维打印机可以制造出无穷的连接器和兼容部件。我们将公开我们开发时的所有模型和标准。任何人如果想要都可以打印出CNC、挤出成型或注射模的零件。我们想一直保证项目开始时的承诺，做这个事情的时候也非常有意思。

JB：有一个有趣的小插曲：你们和生产相似产品但不开源的MicroRAX公司的交锋进展如何？

SP：并行创新比非并行创新更普遍，当我们在Kickstarter上发布我们的设计时，MicroRAX开始把他们的设计推向市场。他们的多足机器人是太空电梯游戏的后续设计，有一些特殊设计，我们将持续关注。

关于在知识产权方面的交锋，我和MicroTAX的克里斯·布朗聊过，他们认为事情已经结束了。没有什么能阻止MicroTAX公司的产品是来自开源设计或甚至简单克隆我们的设计并销售。简单地说，微型T型框架系统是新生事物，我们很高兴看到出现另外一种可替换的产品而不是紧紧绑在我们一家上。

» MakeBeam的目标是在2010湾区制作爱好者大会上提供套件。更多信息见：makerbeam.com

约翰·贝奇塔尔是geekdad.com和makezine.com的撰稿人。

艺术品的 三维快速成型

我们向三维打印和桌面快速成型领域的领导者和早期就掌握这些技术的人问了一个简单的问题：最令你们兴奋的是什么？你们关注什么？下面是他们的回答。

杰弗里·麦克格雷和吉利恩·诺思拉普，Because We Can设计工作室 becausewecan.org

现在的任何东西都变得更加容易获得了，比如技术本身和大量的在线帮助就是如此。我们可以从Makerbot购买塑料挤出成型机套件，把它安装在便宜的ShopBot机器上，拥有一台三维打印机，可以打印4英尺（宽）x8英尺（长）x6英寸（厚）的零件。这些不用花几个钱，而在5年前，要拥有这些机器需要花费上万美元。

在这些工具中间，我们最喜欢Blender，这是一个超级强大的开源三维成型机。我们用它来为Wikipedia制作了地球形状的标识。

大多数商业CAM软件不是有很多缺陷就是20世纪90年代用VB编写的，或者很昂贵，或二者都有。在开源的世界里我们也没有找到太多的CAM软件，然而一个英国小公司Vectric编写的CAM软件具有昂贵软件80%的功能，却只需要花20%的钱。

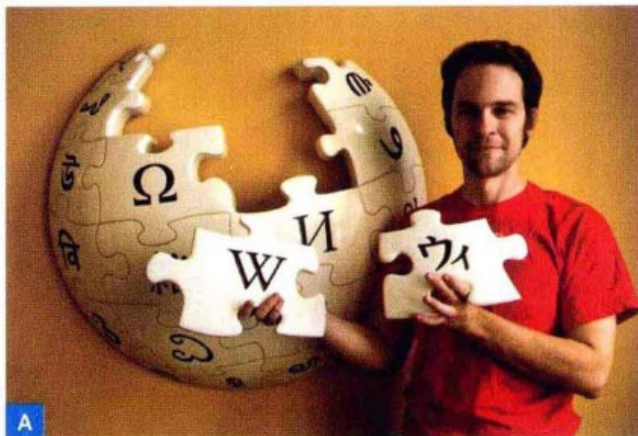
大卫·坦恩·哈弗，Ponoko公司CEO，直接数字成型市场 ponoko.com

对我来说，最激动人心的是基本常识的出现（越来越多的人开始理解创作、转换和处理三维设计文件的流程要求了）。当我们开始这个行业的时候，我们花了大量的时间向人们解释这个流程。

第二件事是感谢那些在建立自己的事业中用到的新技术和新系统。我们学会了富有成果地和别人谈话并能顺带经济利益。我们能帮大家释放我们都知道要释放的创造力，回报给设计师、发明家、工程师以新的创作机会。

三维打印和桌面制造系统创造者们告诉我们在他们视野里面的东西

格雷斯·布兰瑞恩



图A 杰弗里·麦克格雷正展示奇异的Wikipedia标识，这是用Blender铸造然后用他工作室名为弗兰克的CNC机床切割的

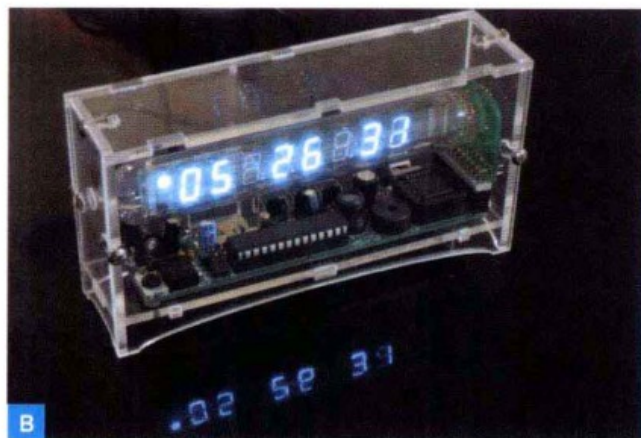
100kGarages (100kgarages.com) 是一个利用新技术成功的例子，他们已经开始显露出来。（编注：100kGarages是一个组织，他们从Ponoko和ShopBot工具开始，把数字快速成型爱好者、制作爱好者和那些喜欢制作东西的人组织在一起。）

特德·霍尔，ShopBot工具公司CEO，CNC雕刻机制作爱好者 shopbottools.com

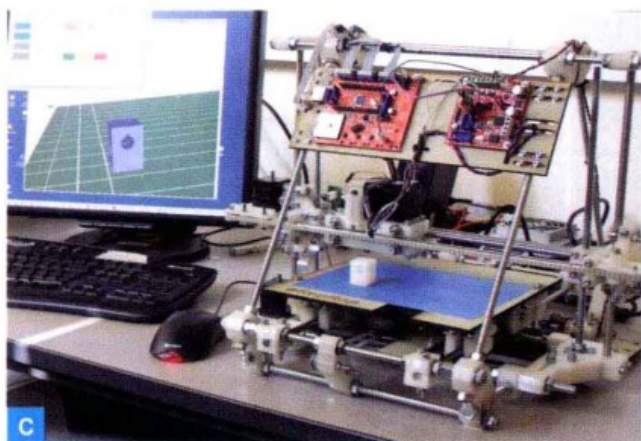
一个激动人心的方面是出现了越来越多的和数字快速成型相关的社会机构。包括全世界的快速成型实验室——这是Neil Gershenfeld写的书的一部分《Fab: The Coming Revolution on Your Desktop》（快速成型：桌面上正在逼近的革命）——书中介绍了增加式或减少式数字快速成型机。还有些像Ponoko那样的网站能提供数字成型服务并提供数字快速成型产品设计图片。

越来越多的人能“享有它”。我们可能没有Star Trek复制机，但我们拥有让任何人只需要一点知识和努力就能制作几乎任何事情的工具，并且还能被其他地方的任何人分享和复制。

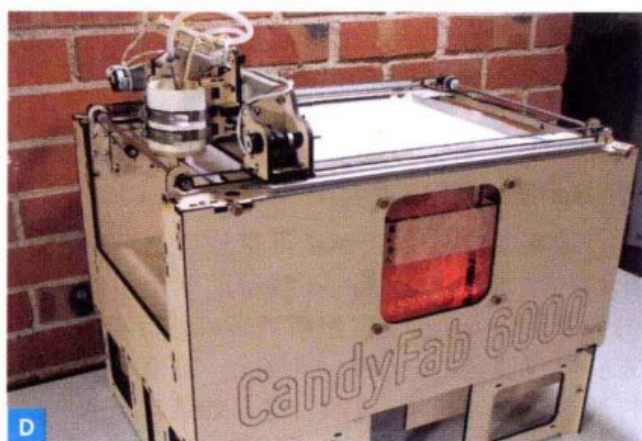
大家已经越来越能买得起“减少式三维打



B



C



D

图B Adafruit Industries 公司的“冰管时钟”套件，使用了一个激光切割的有机玻璃外壳

图C 最新的RepRap第二版“Mendel”。它比第一版更大也更小；它可以加工更大的工件但本身的尺寸更小

图D CandyFab是一个开源的三维打印机，使用糖果或其他如食糖一类的低熔点三维材料

印机”（CNC工具）和“三维增加式打印机”。加在一起，这些数字成型工具促使人们理解实际的任何物品的数字模型都是怎么转化为真实的物品的：激光切割机可以制作一个有机玻璃钟、三维增加式打印机可以为电子项目制作一个外壳。一个ShipBot能切割小孩的家具。数字快速成型使一个新型的加工行业成为了可能。

菲利普·拓伦和利默·弗莱德，Adafruit Industries，开源硬件先锋和电子套件制作者 adafruit.com

关于三维打印机，我们持谨慎乐观的态度。我们喜欢用一直在用的Epilog35激光器——以一种便宜的方法制作机箱和套件的壳体。激光切割机（几年前花了20 000美元）的回报已经是价值的许多倍了。但是在2009年底，还没有一台三维打印机的价格对我们来说具有实用意义。

我们还在观望10 000美元左右的三维打印机，要求能制作出结构强度比较好的产品；可以承受在上面攻丝一类的加工；加工的工件还

要有较好的表面质量，无需油漆、打磨和抛光。我们可以选择CNC机床或是用注塑模，并且还将持续调研现在的三维打印服务，因为现在更能买得起了，而不用买一个差不多的机器。

也就是说，Solid三维打印机（solido.com）吸引了我们的眼球。这个机器使用塑料板材，用胶水和胶水去除剂一次制作一块板的模型。尽管可能存在变数，Solid使用PVC材料的话可以钻孔，并且不产生灰尘和粉末，价格刚好在10 000美元以下。

我们还认为Candylab和Bathsheba Grossman Art是我们见过的最酷的东西中的两个。

马克·甘特，华盛顿大学机械工程专业教授，Solheim快速成型实验室副主任。Open三维 p.me.washington.edu

1. Objet (objet.com) 是第一个多材料打印机。



E

2. American Society for Testing and Materials (ASTM, 美国测试和材料学会) 现在成立了一个快速成型 (RP) 工作组。

3. 像 RepRap (reprap.org)、Fab@Home (fabathome.org) 和 MakerBot (makerbot.com) 等开源打印机是真正平民化的快速成型。

4. 我们实验室实验了三维打印的新材料，比如用玻璃打印！

5. 在快速成型领域的开放分享或开放创新的交流导致传统的快速成型无路可走了。

6. 真正的高质量免费软件有 MeshLab (meshlab.sourceforge.net) 和 MiniMagics (minimagics.com)。

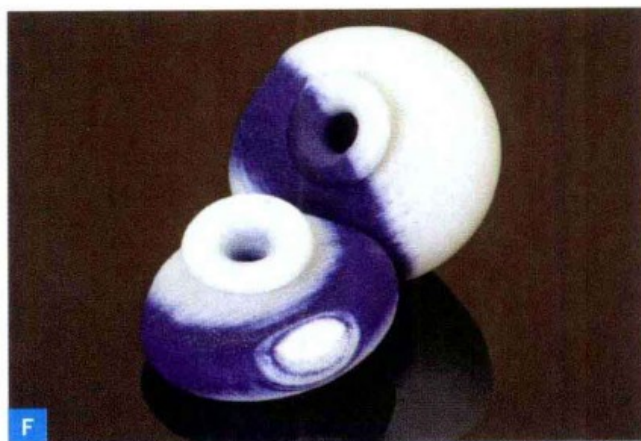
7. 事实是越来越多的人由于价格的降低进入到了快速成型领域。

利诺·埃德曼，就职于 Evil Mad Scientist (EMS) 实验室和 CanduFab，一个使用低熔点材料的开源三维打印机的公司。

为那些没有三维打印机的人提供服务的商业模式正在萌芽，例如 Shapeways (shapeways.com) 就是这样的公司，这有点让人激动。没有三维打印机也能制作自己的东西，或者你有三维打印机，但是想做更大的产品，或是具有无需打印出来就能出售你的设计的能力。这些服务能够打印像金属制品一类家用三维打印机做不了的东西。

温德尔·奥思凯，EMS Labs 和 CandyFab

我不能过分强调 Thingiverse (thingiverse.com) 在全世界普及的事情有多么的酷，他们分



F

图E Bathesheba Grossman 的在金属材料上用立体打印技术制作出的惊人几何浮雕。

图F 利用立体打印机制作出的复合材质（两种不同颜色的玻璃）的壶。三维打印技术使用完全粉末状的玻璃和完全相互结合的材料。

享三维设计，别的人可以下载并打印出来。一旦你有了一个三维打印机，你想打印什么呢？

制作爱好者主导的工作室的出现和成功伴随着低成本的入门是使我真正激动的事情。Shapeways 的服务可以让任何人都能够快速制作出原型，最大的好处是设计者无需大笔设备投资。

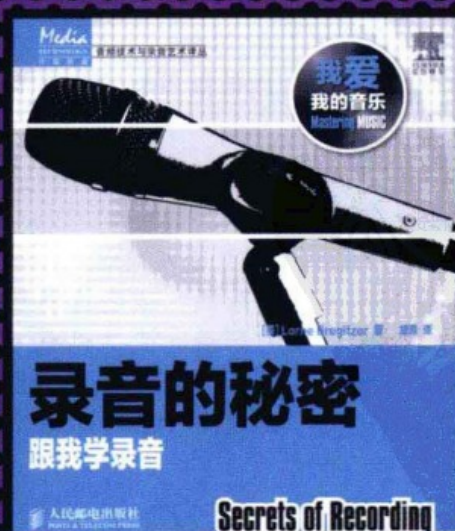
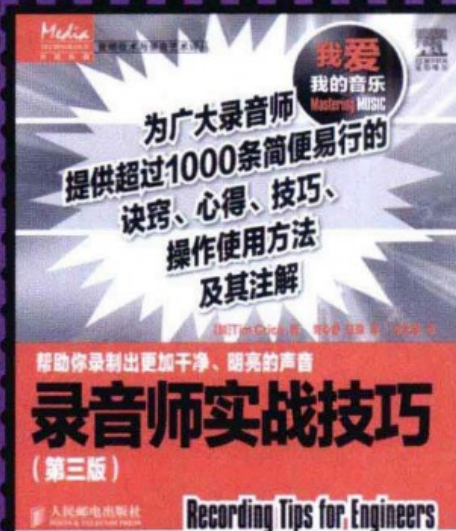
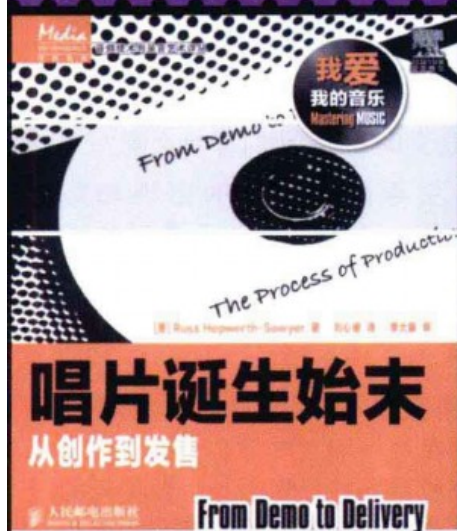
或许我还支付不起一个可以制作难以置信的三维原型，价格高达一辆汽车那么贵的激光烧结成型机，但是我能用那些只需要花少数美元的打印机。这种快速成型的零部件的精度和强度相当好。现在，在在线服务中同样能获得激光切割服务——像 Pololu (customlasercutting.com) 和 Ponoko——使任何人都可以开始快速成型。

这种情形让我想起20世纪80年代后期的桌面印刷系统：没人有专业级的激光打印机，但街头的复印店有，花几美元就可以用他们的设备。20多年过去了，复印店的故事远去了，但是又更近了，他们拥有了更加奇妙的激光器了。20年后我们不再用他们的三维激光器的原因将是：我们每个人的家里就将拥有一个。

✚ 三维打印狂热的爱好者推荐的更多资源见：makezine/21/stateoftheart。

加雷斯·布朗瑞恩是本书英文版在线的主编。

我爱 我的音乐 Mastering MUSIC

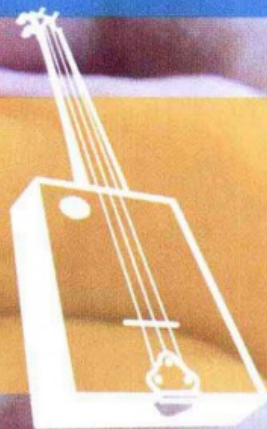


制作：项目

在这一本《爱上制作》中，我们会给大家介绍几种营造气氛的制作。你的生活中需要音乐吗？不要烦恼——打造一把传统型雪茄盒吉他。然后用自锁型曲柄运动的烛台照亮家里，而且这个机构的齿轮是自己制作的。最后，用555时基电路制作一个有趣的游戏电路用来测试人们的反应。

传统雪茄盒吉他

62



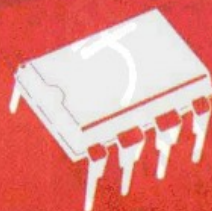
齿轮蜡烛台

72



反应测试仪

82



传统雪茄盒吉他

马克·弗劳恩菲尔德



手弹的音乐

在《爱上制作4》里推出了一把雪茄盒电吉他，项目的作者爱德华·沃格尔设计的这个乐器所用元器件在一般电子元器件商店都能买到。我也制作了一个，这把电吉他弹出的音乐非常好听。

2009年，我想做一把更传统的雪茄盒吉他。不久，我就找到Cigar Box Nation (cigarboxnation.com)，这是一个狂热的家庭制作乐器爱好者的网络梦幻大本营。这些热情的演奏者们在网站中贴上了许多能激发灵感的照片、视频和MP3，在图片库中能看到让人吃惊的各种各样的吉他照片。

我加入了这个网站，网站的网友们对我非常欢迎，他们热情地回答我关于基本材质、木头选择和其他有关吉他制作的菜鸟问题。在几天时间里我就制作了第一把雪茄盒吉他（简称CBG）。至今为止，我已经做了超过半打的雪茄盒吉他，我猜你能在图片上看到这些挂在墙上的吉他。

我的每一把吉他都是手工打造的，使用的是搜罗到的不同材料，因此每一把吉他的音质都各有不同，每把吉他都只能在完全完工后才能知道其“个性”如何，我喜欢这种悬念。下面要介绍的是一个没有修饰的三弦雪茄盒吉他，音色非常好，制作时只需要非常少的工具和原料。

准备：第65页 制作：第66页 使用：第71页

马克·弗劳恩菲尔德是本书英文版的总编辑。

一根线、一根棍子和一个盒子

雪茄盒吉他很像一把传统的吉他，只不过少两根弦而已。在买任何零件或原材料前，请先在你的杂物抽屉里面找找，总会有能用到的东西。一个塑料梳子可以切开用作弦桥；一个旧的合页可以用作拉弦板；一个螺栓可以用作琴钮。cigarboxnation.com网站的各种照片展示了雪茄盒吉他制作者们各种独具匠心和异想天开的制作例子。

A 用一个雪茄盒作为这个乐器的主体和共鸣琴箱。实际上，不一定非得用雪茄盒，你可以用一个木头工艺盒、一个矮的铁质罐头盒子（就像那种装去除油漆用的松节油的盒子）或是能找到的任何平整、轻巧、表面很结实的盒子，表面结实才能在振动时推动空气发声。

B 在盒子的底部，采用一个合页当做拉弦板，用来把三根弦固定在底部。把弦穿过合页半片的螺钉孔，通过弦末端的销固定住弦，而合页的另外一半固定在雪茄盒的底部。

C 几根弦贴着一个薄片，像刀口一样的弦桥，弦桥可以把弦的振动传递到琴体。在这把吉他上用的是是一片木质烤肉签做弦桥，我也试过用一个薄的油漆刷木把手做弦桥，效果也不错。

D 吉他的琴颈可以用橡木或枫木等硬木来制作，千万不能用质地比较软的木材，否则容易变形，在拉紧琴弦时会弯（特别是用4弦或更多弦时，或是增加弦的张力时更是如此）。

E 弦的长度（琴桥到琴枕的距离）可以自由选择，大多数吉他的弦长为24~25.5英寸。如果你想做一个低音雪茄盒吉他，可以试试30~34英寸的弦。

F 品丝的作用是限制弦的振动部分的长度来调节音符。我用的是吉他品丝线，牙签或是剪掉了头的小钉子也可以用做品丝，甚至也可以不用品丝，做成滑式吉他。

G 琴枕用来支撑弦的上端，使弦可以自由振动，我用的是另外一片木质烤肉签。螺栓上的螺纹可以防止琴弦往旁边滑动，用作琴枕的效果也非常好。

H 琴钮和琴弦可以从老吉他上拆，或在音乐器材店或网上购买。

品丝间距

弦的频率和它的长度的倒数成正比：如果通过中点的品丝控制琴弦振动，其振动频率会快2倍。从音乐上说，演奏出的音阶会高八度。西方音乐把八度音阶分为12个相等的间隔。可以通过把当前的品丝间距除以2开12次方来得到下一个品丝间距。这些数字是无理数，任何取整误差都会影响到每一个分度，因此在计算2开12次方时要取尽量多的位数，比如可以用1.059 463 094 36。

例如，24英寸的全弦长可以计算出22.653英寸、21.382英寸、20.182英寸等。这些长度对应的从琴枕开始的品丝间距为1.347英寸、2.618英寸和3.818英寸。第12个分度距离刚好达到12英寸位置。makzine.com/21/cbg上有在线品丝间距计算器的链接，在这个计算器中输入弦长后可以立即计算出各个品丝的间距。



小奖励：

插图画家罗伯·南希绘制了一张吉他贴画，可以用这些贴画把你的雪茄盒吉他打扮得很时尚。在makezine.com/21/cbg可以下载这些贴画。



准备



材料

[A] **雪茄盒** 我是在本地的一个雪茄店花3美元买的，在eBay上也能买到。

[B] **1英寸×2英寸柚木或枫木方，3英尺长**。需要用的实际尺寸是3/4英寸×1.5英寸。6英尺长的木方（可以做两个琴颈）只要10美元，要尽最大努力挑选最直、最平且没有结疤的木材。

[C] **琴弦** 标准的中号琴弦即可。雪茄盒吉他常常用G调。我用的是5、4和3号（A、D、G）弦，调到G-D-G。

[D] **琴钮** 来自elderly 乐器行（elderly.com），一套6个琴钮（可以做2套3弦吉他）的价格是10美元。有时他们把琴钮叫做“调节机构”。

[E] **品丝** 在elderly.com 或cbgitty.com上的品丝线卖10美元。也可以用平的牙签或不用品丝。

[F] **每盒有2个孔的包线**

[G] **1英寸宽的不锈钢板**。Grip-Rite Fas'ners的即可

[H] **竹制烤肉叉或类似硬质的叉**。用作琴桥和琴枕。3/16英寸×2英寸的螺栓也可以用作琴枕。

[I] **胶水（可选不用）**

工具

[J] **螺丝刀，3/4英寸**

[K] **吉他和贝司调音器**可以在五金店买到

[L] **合适尺寸的弹拨箱**

[M] **线锯**

[N] **钳线钳**

[图示没有给出的其他工具]

英尺英寸或毫米刻度，10进制比英制分数制的好用。

手工锯

电钻和木工钻头

高头锯口刀

锤子

定制琴枕垫圈

新油漆和各种颜色的油漆

锉

橡皮和直尺

丝线钳（可选不用）

松紧

划线器或墨迹

放大镜

小刀



制作



制作你自己的雪茄盒吉他

开始 >>

时间：一个下午

复杂程度：简单

1. 制作琴颈

首先，锯下琴颈需要的合适长度的木料，制作琴头（装琴钮的部件），锯掉一个方块使之适合雪茄盒的盖子。在整个制作中，最耗时间的就是制作琴颈和安装品丝。一旦完成了琴颈，你会发现后续的制作快得令人吃惊。

1a. 用木工锯锯下一块36英寸长的橡木或枫木方，稍后你需要把木头锯得稍微短一些，下料时稍微长点是木工的一个好经验。

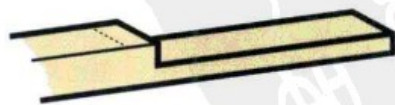
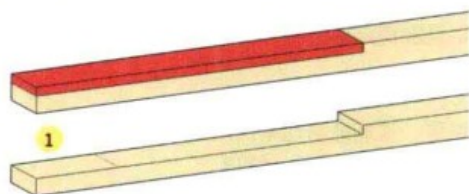
1b. 在木头的一端锯掉一块方片，这部分将插入到雪茄盒中。测量一下雪茄盒盖子的长度和厚度，我用雪茄盒作为模板比着木头用铅笔划线，在木头上画好线，接着锯掉右图中所示的红色部分。

在距离底部2.25英寸的地方用铅笔画道线，这是稍后安装弦桥的地方。

1c. 在琴颈和琴头的位置画线。沿着上一步画的弦桥的记号量弦长，并做好第二个记号(我的弦长是24.5英寸)。这个记号是琴枕的地方，在琴枕位置向后量0.5英寸做上第三个记号，在第三个记号后面3.5英寸处画上第四个也是最后一个记号。

1d. 切除琴头部位。第三和第四个记号之间是琴头的开始和末尾，用锯把1c步骤图中红色部分切除。琴头厚度应该是琴颈厚度的1/2，即3/8英寸。

1e. 打磨品丝板。打磨琴颈的上部使之光滑，建议使用一个砂纸架，先用粗砂纸打磨，最后用细砂纸抛光。



2. 安装品丝

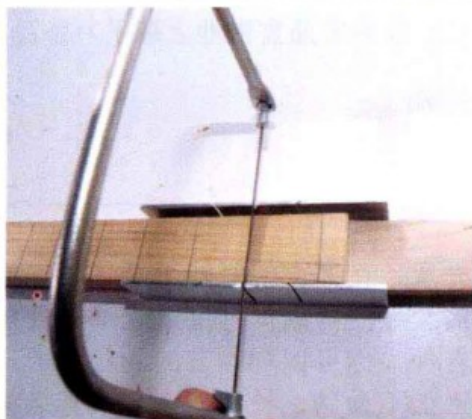
我以前挺害怕做品丝这一步，这一步的过程看起来神秘且困难，其实不然，如果花时间仔细测量，你就不会有任何问题。

2a. 在安装品丝的位置划线。在makezine.com/21/cbg上的线品丝间距计算程序中输入你喜欢的弦长并把计算的结果打印出来。然后用角尺和直尺沿着琴颈部分测量品丝位置并划线。

注意：如果不想用金属品丝，可以用胶水把牙签粘在画线的位置。粘的牙签作为品丝也不错，只是时间长了会脱落。如果想要做一个没有品丝的吉他（音色也非常好），只需要在画线的位置用划线器或油漆做标记。可以直接跳到第3步。



2b. 切品丝槽，大约1/16英寸深即可。锯片要够薄，品丝才能紧紧地嵌入到切的槽中。我用的是中号品丝线，在使用中没有发现品丝脱出的问题。用线锯和一个横锯箱能保证锯的槽垂直于琴颈。



2c. 打磨琴颈背后。把琴颈背后的90°角打磨为曲线过度，这样握着琴颈的手能很方便地上下滑动。用木头修整器能很快修整，然后再用砂纸把琴颈打磨光滑。

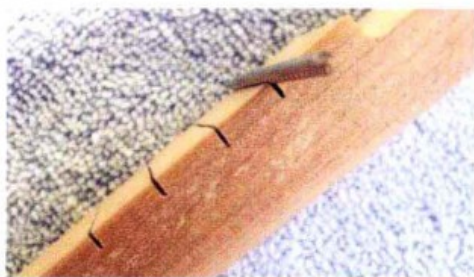
注意：不用打磨琴头和插入雪茄盒的部分，只需要打磨品丝和琴枕下面的部分。



2d.把品丝敲进槽中。买来的品丝线通常是剪好的，每根都比琴颈宽度长了1英寸。品丝的横截面是T字形，下部能钉入槽中。

在装每一个品丝时，把品丝线的一端和琴颈侧面对齐，另外一端伸出琴颈悬空1英寸左右。把品丝压进槽中，然后用一个木块压在品丝上，用锤子敲打木块，使品丝线完全嵌入槽中。

注意：你也可以用一点快干胶涂在品丝线上再把品丝线压入槽中。我一般都不用胶水，因为胶水很容易粘到琴颈上。



2e.剪掉多余的品丝线。把伸出来的品丝线剪掉，使之和琴颈侧面齐平。重复2d和2e直到所有的品丝线都安装到位。我的雪茄盒吉他上装了21条品丝线。



2f.锉品丝线的端部。如果不把品丝线两端的锐角打磨光滑，在弹吉他时就可能划破你的手，因此需要用锉刀把品丝线的两端都打磨成光滑的圆角（如果你有一把买来的吉他，你可以观察它的品丝线的端头形状）。用手在琴颈上上下下滑动，检查一下如果有点挂手，那么还需要继续打磨。用放大镜观察各个品丝线的端头，如果还有毛刺，则需要用什锦锉仔细锉掉这些毛刺。



3. 安装琴钮

研究一下买来的琴钮，然后计划一下应该把安装孔钻在琴头的什么地方才能避免3个琴钮不会相互干涉。要时刻记住安木螺钉的孔不能太靠近边缘，否则拧上木螺丝时琴颈木材可能会裂开。

3a. 每一个琴钮都需要钻一个大孔用来安装调节柱，两个小孔用于安木螺丝。用电钻钻这些孔是小菜一碟，如果你用的是手工钻，则需要尽量把孔钻得垂直于表面。

小提示：钻大孔时，应使用木工钻头。我用错了钻头，导致木头裂开了（在下一张照片上顶部的琴钮上方的橙色圈中有片木头都被打掉了）。



4. 把琴颈安装到雪茄盒上

最困难的琴颈已经完工，剩下的就简单了！

4a. 为了插入琴颈，我们需要在雪茄盒的一边切一个孔（一个三边的槽）。测量需要插入雪茄盒的琴颈的横截面，然后在雪茄盒的内部画上相应大小的方框。使用锯子沿着两条垂直的线分别锯开，接着用一把小刀沿着水平线反复用力划，然后用手就能把这个方形掰下来。



把琴颈插入到盒子中，关上盖子，品丝板刚好匹配（或略高于）雪茄盒盖子。如果品丝板低于盖子，则需要用砂纸打磨一下品丝板和插入盒子部分的端面，使之刚好和盖子接触。

4b. 用螺钉把琴颈固定在盒子上。我在制作雪茄盒吉他时总是尽量少用胶水。我不喜欢坐在一边等待胶水变干，用螺钉能方便维修、改进或回收材料。



在盒子的底部钻一个同心孔并拧上一颗木螺丝。合上盖子，在盖子上钻另外两个同心孔并拧上两颗木螺丝（如果你稍后想安装一个把手，你可以卸下木螺丝）。

4c. 装拉弦板。折上合页并和雪茄盒的底部上面的棱边中心对齐，接着钻孔并用木螺丝把合页固定在盒子的底部，合页会盖住在4b步骤拧上的螺钉。



4d. 用油漆在琴颈上画出品位点。用油漆或划线器在第3、5、7、9和12品丝上方画品位点。

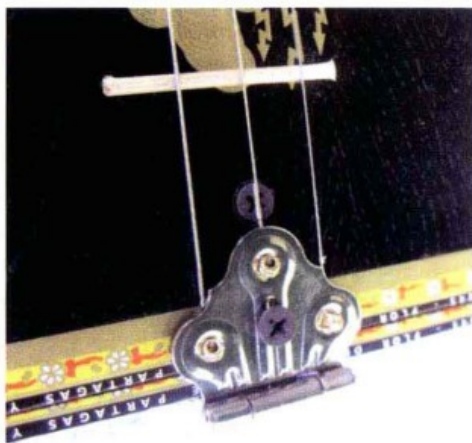
4e. 安琴弦。把3根琴弦穿过合页没有用到的3个孔，琴弦上收了尾的那端卡在合页孔上，把另外一端绕在琴钮上，不能太紧。下面的链接上有一个比较好的关于怎么绕琴弦的视频教程。makezine.com/go/guitarstring



注意：我在琴头上安了一颗木螺丝来保证琴弦处于中间位置。你可能也需要这样做。

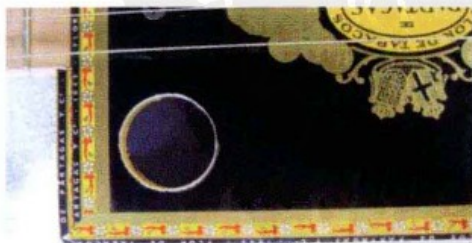
4f. 把弦桥和琴枕插到弦下面。我的弦桥和琴枕是用木质烤肉签做的。剪两片大小合适的片，其中一片插在琴枕位置画的线上，另外一片插在琴弦和雪茄盒之间，位置是你选择的弦长部位，这一片即是琴桥。

4g. 取下拉弦板，在合页上钻一个孔并拧一颗螺钉，连到雪茄盒盖子和琴颈的木材上，这颗螺钉会提高吉他的强度并能防止出现咔嗒声。



4h. 钻音孔。用一个小号开孔器（3/4英寸直径或差不多的）在雪茄盒的上部开一个音孔。开孔位置要选好，需要避开雪茄盒里面的琴颈(我第一次做吉他时就犯了这个错误)。

猜猜看——你已经完成了吉他制作！在下一节，我将给大家介绍怎样调节并演奏以及给大家分享一些有用的吉他制作资源。



完成 X

接着开始使吧 >>

使用



调弦和演奏

调弦

最常用的吉他调谐叫做开放式G调调弦。许多原创蓝调吉他手都是用开放式G调，这也是滚石乐队的基斯·理查德最喜欢的方法。

在 makezine.com/21/cbg 上可以下载一个MP3文件，这是用6弦吉他一根一根弦演奏的调弦音乐。对于雪茄盒吉他，我们听音乐时需要跳过第一个弦，以G、D和G的方式调3根弦。



免费在线教程

著名的纽约街头音乐家克里·布尔杰斯在You Tube上传了大量非常好的雪茄盒吉他制作教程。Cigarboxnation.com的创始人之一商尼·斯皮尔也放了一些有趣的教程在You Tube上教大家如何使用滑棒以及怎样尝试不同的调弦和弦长。两人制作的教程在上面的链接中都能找到。

制作一个瓶颈滑棒

在开放式调弦中，用瓶颈滑棒演奏效果非常棒，布尔杰斯和斯皮尔都用滑棒来改进他们的演奏。

找一个空酒瓶，用金刚石切割片在瓶颈部位刻一个环形的痕迹（记得带防护眼罩）。然后戴上一付烤箱用的厚手套，用一把勺子敲打刻痕并折断瓶颈（可以在垃圾桶上方做这事，碎片正好能掉到垃圾桶内）。用砂纸把瓶颈上



尖锐的地方打磨一下，这个滑棒比商店买的要好得多。You Tube上有视频文件教大家用不同的方法来用瓶颈制作滑棒。

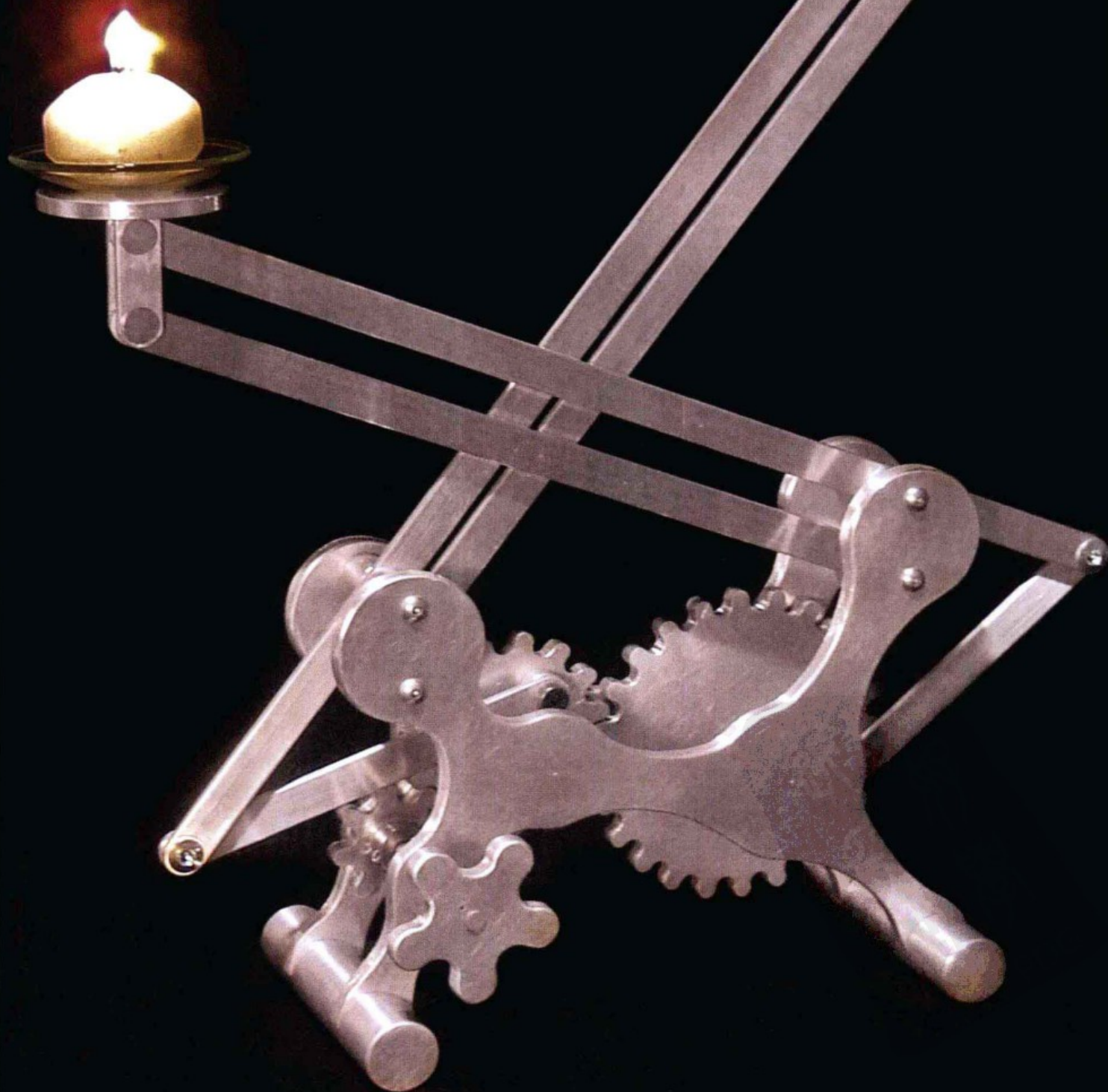
改进

改成电子吉他有两个方法：最简单的方法是增加一个压电蜂鸣器，可以在Radioshack买一个或从废烟雾报警器上拆一个。小心的打开塑料壳，取出金属片，夹在吉他的盖子和琴颈之间。把压电片焊上带插头的线，插到功放中就可以了（如果没有功放，可以按照《爱上制作》英文版第9期第104页的“制作饼干盒功放”做一个）。

另外一个方法是装一个电磁拾音器到雪茄盒吉他上。在以后出版的《爱上制作》将教大家绕一个电磁拾音器。

齿轮蜡烛台

本杰明·科顿



审美启示

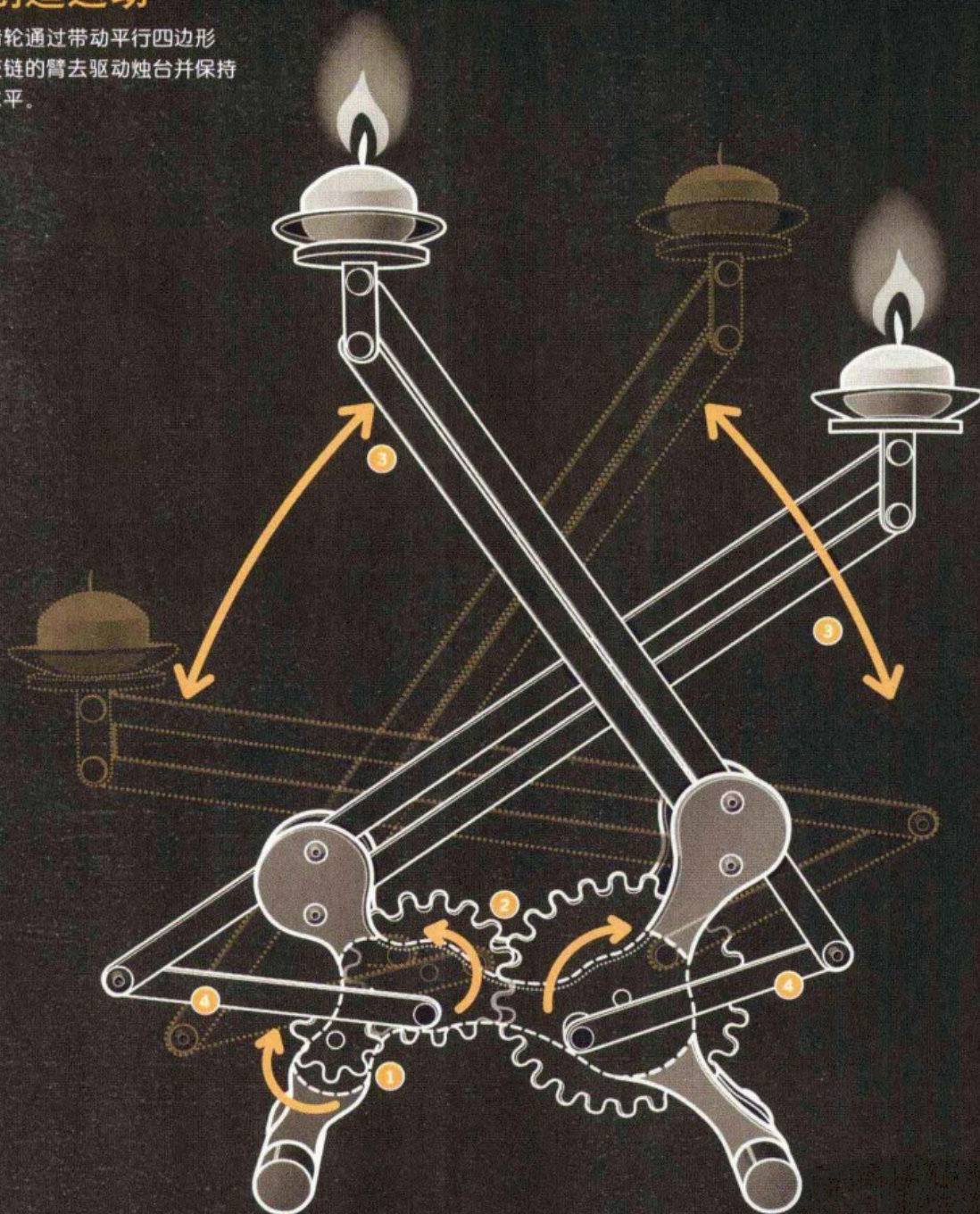
时刻咬合在一起的一对齿轮比任何东西都更像是“机械”，堪称是机械的标准像。可是齿轮很贵并且业余玩家很难找到一对刚好合适的。虽然我们可以从废旧机器中有限的拆到一些齿轮，但是很可能从收集的满满一抽屉齿轮中却找不到两个能配对的。

上面的感言是我在开始制作运动类型雕塑时面临的主要困境。因此，我设计了一个简单快捷的方法，用金属板材就可以制作出既好用又有玩具一样外形的齿轮。

下面介绍的是通过3个手工制作的齿轮带动的非常漂亮的铝制烛台。左边的驱动齿轮带动两个具有铰链的蜡烛臂分别在两边上下运动，由于被动轮大小不同，因此两个烛台上下运动的速度是不同的。

创造运动

齿轮通过带动平行四边形
铰链的臂去驱动烛台并保持
水平。

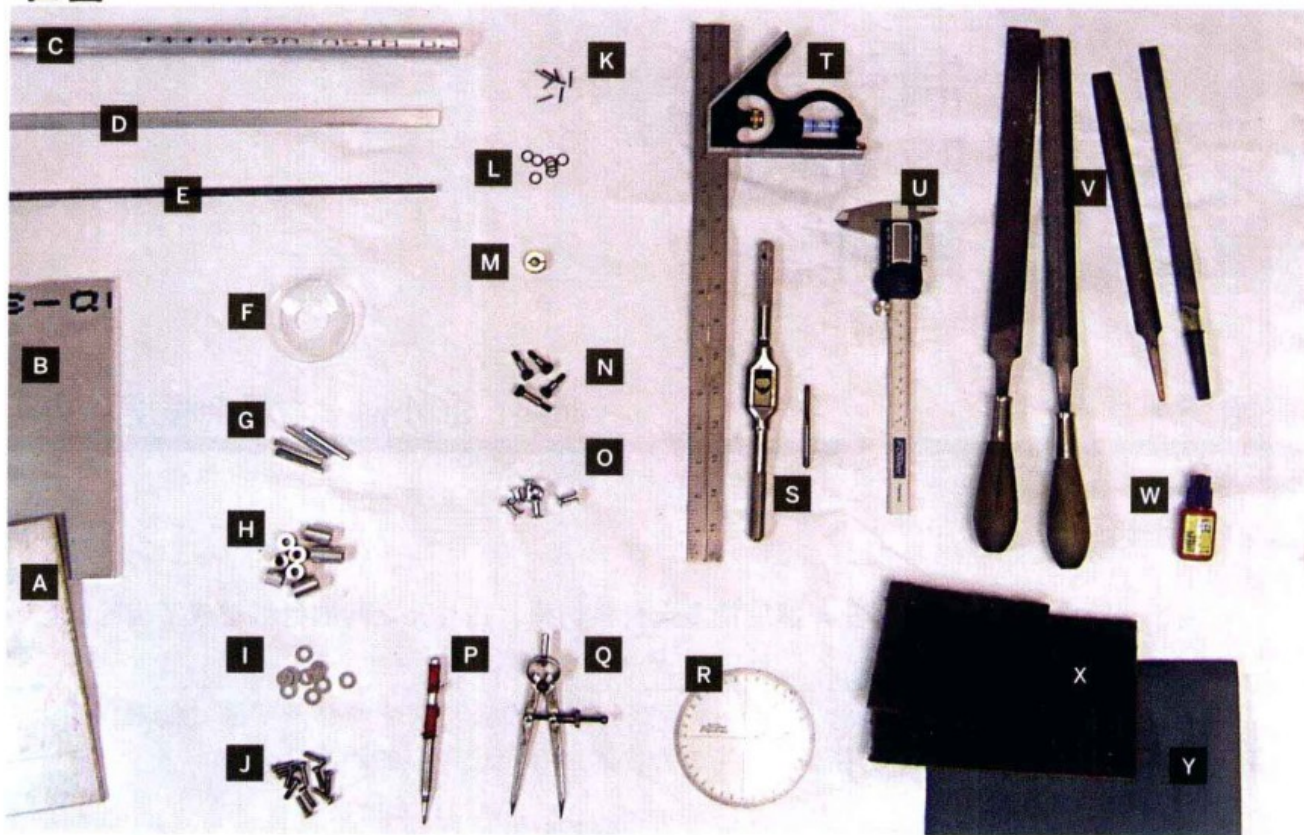


一个8牙驱动齿轮或叫做小齿轮①带动15牙和24牙的被动齿轮②，每一个被动齿轮带动一个不同的臂。2个被动齿轮的变比是5:8，因此2个烛台达到各自相对位置，比如最高点的时刻是在小的被动轮转了8圈或大的被动轮转了5圈的时刻。对于两个齿轮来说，都是转了120个齿后实现全行程，对于驱动齿轮则是转了15圈。

运动的平行四边形臂③支撑着烛台，和经典的Luxo L-1台灯的原理一样：具有4个铰链的平行连接。在每一个臂上，下面的一对转轴和上面安装烛台的锚点都是竖直的，间距1英寸，这种关系会保证在任何位置烛台都是水平的。

齿轮通过驱动一个连杆④来带动平行的臂，使用一个简单的曲柄机构把旋转运动转换为往复（前后）运动。

准备



材料

[A] 1/4英寸厚铝板，1英寸×2英寸，用来做主体和齿轮。可以从金属材料供应商如MetalSupermarkets 买到铝板和铝杆。metalsupermarkets.com

[B] 3/16英寸或者1/8英寸铝板，用作蜡烛的托盘。

[C] 直径7/8英寸，长8英寸的铝棒材，用作底座。

[D] 1/2英寸×1/8英寸，6英尺长的铝条，用来作臂。MaMaster-Carr part #8975K527 (MaMaster.com)

[E] 直径1/4英寸，4英寸长的钢棒，可以在卖金属材料的店铺买到。

[F] 2个用来盛蜡烛油的玻璃杯，我在米歇尔斯的一个工艺品商店买的。

[G] 4个1/4×1.5英寸，8-32螺栓。MaMaster-Carr #93265A482

[H] 4个垫片，1/2×2英寸，孔径1/4英寸MaMaster-Carr #92511A085

[I] 8~12个硬质环氧垫片，1/64英寸厚，内径1/4英寸，1包100片。MaMaster-Carr #90089A315

[J] 8个沉头螺钉，5/8英寸长，8-32规格。1包100支。MaMaster-Carr #92949A196

[K] 2个直径1/16英寸，1/2英寸长的张紧销钉。1包100支。MaMaster-Carr #92383A106

[L] 10~15个波纹垫圈（用在1/4英寸螺钉上）。1包100支MaMaster-Carr #9714K24

[M] 3个锁紧扣，1/4英寸孔。MaMaster-Carr

#9961k13

[N] 2个1/4英寸直径带台阶螺栓，5/16英寸、3/8英寸和5/8英寸长。MaMaster-Carr #91259A534, #91259A535, #91259A539

[O] 4个对连螺丝，8-32螺纹（13/64英寸直径）：3/6英寸和1/4英寸长。MaMaster-Carr #95519A625, #95519A617

工具

[P] 铁质划线器

[Q] 划线圆规

[R] 量角器

[S] 10-24丝锥和手柄

[T] 组合角尺

[U] 游标卡尺

[V] 锉刀，粗锉刀和精锉刀

[W] 螺纹紧固胶

[X] 厨房用的百洁布或钢丝球

[Y] 砂纸

[图上没有的其他工具]

中心冲

小锤子

带锯

钢锯

螺纹攻丝油

钳子

C形夹

台钻及钻头：1/16英寸、1/4英寸和25号钻头

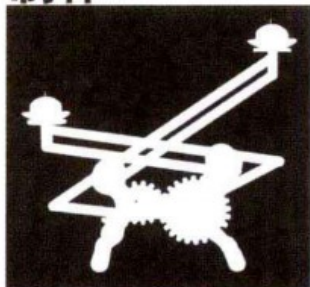
层板，至少1英寸×2英寸

口罩

椭圆划线模板（可不用）

环氧树脂

制作



制作齿轮 驱动的 蜡烛台

开始>>

时间：20小时

复杂程度：中等

1. 制作齿轮

在铝板上沿着圆周钻一系列孔，然后把多余材料切掉，孔与孔之间的材料就成了齿轮的齿。

1a. 可以从makezine.com/21/candleholder下载到齿轮模板和这个项目需要的其他零件图纸。我用下面的公式来计算齿轮的分度圆，也就是齿轮的中心到齿中心的距离。

$$r = s * n / \pi$$

S是齿尺寸，n是齿数。我用的是1/4英寸钻头，齿尺寸也就是1/4英寸，因此对于齿数为8、15和24，可以得到分度圆半径为0.637英寸、1.194英寸和1.910英寸。

1b. 在1/4英寸厚的铝板上冲出3个齿轮的中心点，用量角器和划线器标记出齿的间隙。8牙齿轮需要间隔45°做一个标记，15牙齿轮是间隔24°，24牙齿轮间隔15°。



1c. 用直尺和划线器在各个标记和中心点之间划线，这些线是辐射状的，然后用划线圆规划出分度圆，用同样方法画出齿顶圆。在2个大齿轮上用来连接连杆的位置做个标记，15牙齿轮是在距中心点为0.178英寸的地方标记，24牙齿轮是在距中心点1.123英寸的地方标记。



1d. 以分度圆和辐射线的交点为圆心钻出1/4英寸的孔，同时把中心孔也钻成1/4英寸。

连杆连接孔需要攻10-24的丝，因此需要用25号钻头钻孔。



1e. 用带锯沿着齿顶圆小心的把需要的部分锯下来。



注意：铝屑非常锋利，在这一步需要带好防护并且一定要保持工作环境的整洁。



1f. 用锉刀打磨齿轮的各个齿，直到各个齿形成半圆形并看起来比较顺眼。



1g. 在木板上用1/4的螺栓把3个齿轮试着装起来，齿轮啮合可以稍微松点以免卡死。转转试试，在卡得地方做好标记，然后再次修整。



1h. 接着要为连杆固定孔攻丝。把齿轮固定在桌子上，注意要让钻孔的位置伸出桌子边缘。把丝锥固定在手柄上，然后在丝锥上倒点攻丝油。下面慢慢地把丝锥旋入孔中。旋转时稍微用点压力，每转1/4圈需要回1/2圈以切断废屑，钻透后才能把丝锥退出来。钻好后清理一下螺孔，然后用螺栓旋进螺孔检验一下螺孔是否合适。



2. 烛台主体制作

2a. 由于这几个齿轮精度不高，因此在安装的主体板上开孔前需要反复摆放来确定相对位置。齿轮中心到摆动臂的距离是固定的，因此这个尺寸必须准确。可以根据makezine.com/21/candleholder的模板上的方法来测量垂直和对角距离，在这些限制下调节齿轮水平方向的相对位置使他们啮合得比较好。然后在确定下来的中心位置冲一个小坑。

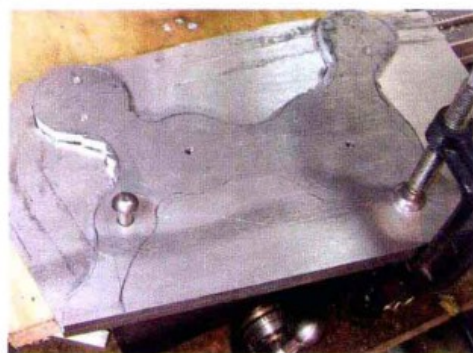


小提示：可以使用组合框和划线圆规来划垂线和测量到铝板边缘的距离。

2b. 用冲孔器沿着下载的模板形状划出主体的外形，划弧线时可以先划圆弧，然后用线平滑连接起来。我用的是一个椭圆模板来划平滑过渡的曲线。

对于两个底座，可以在底部划两个7/8英寸的半圆。在上部的角上，划半径为7/8英寸的圆把两个臂的固定孔包在里面。中心圆要足够小，才能使整个主体的内部机构露出来。划好的外形非常有趣，会让人想起老式的机器。

2c. 在带锯上先切出主体的背板并钻孔，这一步可以粗糙一些。两个角上 $11/64$ 英寸的孔是用来攻8-32的丝的。这个螺孔会用来安装连接主体两块板的螺杆，两块板的距离为1.5英寸。



2d. 把背板当作模板划出前面板的外形。为了更好地露出齿轮，前面板的中心区域可以划得小一些。把两块板夹在一起，从后向前重新钻出用来安装主动齿轮的 $1/4$ 英寸孔以及 $11/64$ 英寸的臂的孔，前面板上只有几个孔。

2e. 按步骤1h的方法在后面板上安装齿轮的孔上攻丝。

2f. 驱动轴连接到转轮上。锯下一截1英寸长、直径为 $1/4$ 英寸的钢棒，把它穿过驱动齿轮，在末端用锁紧扣固定。在驱动齿轮上钻一个 $1/16$ 英寸的盲孔来连接锁紧扣和齿轮，然后用小锤子把张紧销钉敲进去。



2g. 用制作齿轮的方法制作手轮。手轮是一个5牙齿轮，牙高 $1/2$ 英寸（分度圆半径为0.796英寸，每隔 72° 做一个标记）。用步骤2f的方法用张紧销钉把锁紧扣和钢棒同样固定好。



2h. 锯两节4英寸长直径为 $7/8$ 英寸的铝棒用来制作底座。在铝棒上需要切出两个宽度为 $1/4$ 英寸，间距为1.5英寸的半深槽。开一个 $1/4$ 英寸的槽时，可以把铝棒固定在台钳上，用钢锯锯出两个缝，然后用钢锯斜着锯，把中间的铝清除掉，再用粗锉刀和精锉刀修整好。最后用环氧树脂把主体的板和底座粘起来。



3. 制作转动臂

每一个大齿轮会带动一个臂驱动两个平行杠杆上下运动，杠杆的另外一端固定着蜡烛架，这样形成一个由四个铰链组成的平行四边形可以保持蜡烛架的竖直。所有的孔位必须非常精确才能使这个机构正常工作。

3a. 制作臂。参考makezine.com/21/candleholder上的连接臂模板，注意所有的尺寸都是基于圆心的，下料时需要增加额外的尺寸或增加圆角的尺寸。

3b. 钻孔。一些孔径是1/4英寸，其他是13/64英寸的。连接臂通过1/4英寸的光杆带台阶螺杆和齿轮连接到一起，平行摆动臂通过1/4英寸螺杆连接。臂的零件之间以及和蜡烛支架之间是通过13/64英寸的对连螺丝连接的。

3c. 制作隔块。10个不同长度的隔块用来保持臂和齿轮、前后面板之间有合适的距离。参考网上的模板，用钢锯按需要的长度锯下2英寸的无螺纹隔块，下料时可以略微长点，然后锉得比需要的短一丝，使之可以自由移动。

4. 制作蜡烛支架

4a. 锯2个2英寸直径的圆盘（用1/8英寸或3/16英寸厚的铝板），每片铝板都钻4个9/64英寸的孔。钻孔位置参见网上的模板。

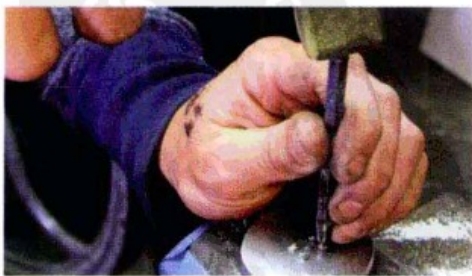
4b. 把1/2英寸×1/8英寸的铝条锯成2英寸长的，一共4个。把边角倒圆后按照模板钻孔和打磨。在短边上锯出如图的叉，可以用锉刀仔细打磨使之能很好的安装到圆盘的两个孔中。



4c. 为了更好的组装支架，我额外做了一个铝条夹在两个带叉的铝条中间，用对连螺丝把它们固定起来。两个叉穿过铝盘后需要超出1/16英寸左右。



4d. 把铝块夹在台钳上，然后在超出铝盘的叉上用小锤子和中心冲孔器敲大，使铝就像是铆钉一样慢慢地膨胀。



注意：如果敲得太重，铝可能会裂开。

4e. 用3/8英寸的对连螺丝把支架和平行的臂连接好，然后用环氧树脂把玻璃烛杯粘在铝盘上。

5. 总装和打磨

5a. 在总装前，每个零件都需要打磨。两个面板和底座等的边缘都要锉刀打磨并用砂纸磨光，使面板、齿轮、支架和手轮等的边缘看起来光滑。最后用百洁布或钢丝球再打磨一下。

5b. 安装8牙驱动齿轮、轴和手轮。为了把轴正确的安装在后面板上，要用几个波纹垫片垫在后面板后面，然后用第三个锁紧扣固定。调节后面板和锁紧扣之间的弹簧垫圈可以调节轴的松紧。

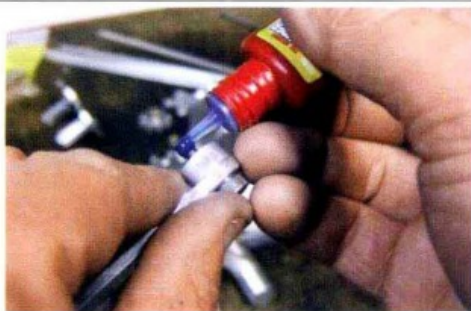
5c. 用砂轮或锉刀把螺栓两端打磨掉1/8英寸，以免螺栓会超出1/4英寸厚的面板和齿轮。（螺纹长度为3/8英寸）

5d. 用5/16英寸带台阶螺栓把大齿轮固定到后面板上，两边都要加上波纹垫圈和硬质环氧垫片使安装紧密，避免蜡烛台的臂松动掉下来。我是在每个齿轮的后面加2个硬质环氧垫片，前面加3个弹簧垫圈。

5e. 用3/8英寸带台阶螺栓把臂和15牙齿轮固定。然后用5/8英寸螺栓通过1/2英寸的隔块连接臂和24牙齿轮。

5f. 参照网上的隔块做法，把前面板和4个转轴组装好，把长的转轴用1/4英寸对连螺丝连接到连接臂上。臂可以绕用8个沉头螺钉固定在两个面板上的4个转轴转动，侧面定位是通过穿在转轴上的两个没有螺纹的等长隔块来实现。

5g. 把蜡烛杯粘上，然后把面板安装到底座上。完成后，摆臂应该位于前后面板中间，稍微固定一下，但先别拧紧，因为可能还要反复几次调节垫片使配合达到最佳。最后固定的时候需要在螺纹上抹上螺纹紧固胶，以防螺纹以后发生松动。



5h. 用环氧胶把烛台主体永久性地固定到底座上。恭喜你，完工了。

因为大部分工作需要手工完成，因此这个项目并不简单，非常具有挑战性。一旦完工后，这个烛台漂亮的外形、平滑的机械运动会让人相当有满足感。希望本文不仅提供给大家一个有趣的家庭手工作品，而且希望能引导大家去尝试更多的机械制作。

更多信息和图片参见twentysevergears.com/gearedcandleholder。

完成 **X**

接着开始使吧 >>

使用



用曲轴 调节气氛

这个烛台可以作为漂亮的装饰品摆放在餐桌中间，可变的结构可以适合各种场合。当餐桌上的碗比较高时，可以把烛台调高，使蜡烛的光线能照亮美味的食品。

花费了时间和技术而做出来的这个作品也可以用作送人的贵重礼物。我就把相似的一个作品作为结婚礼物送给了我的一位朋友，他们后来告诉我，那是他们收到的最漂亮的礼物。

因地制宜的方法

这个作品的尺寸和材料可以因地制宜地选取。没有铝，用钢铁、三合板或塑料板来制作也可以，就是攻丝有点问题。在塑料和三合板上可以用拉铆螺母（McMaster-Carr part #99362A500）来解决不能攻丝的问题。

主体的外形和臂的长短可以根据你的喜好来调整。只是要注意两个蜡烛杯不能碰到而且摆臂不要碰到转轴。如果不能确定你改变了尺寸后能否正常工作，可以用纸板先做个模型试试。

可以拓展一下：想象有一排蜡烛，每一个蜡烛都可以以不同的速度升降。

制作带齿轮的作品

一旦掌握了这种机构的制作方法后，还可以把齿轮灵活地用到各种项目中。你可以制作你自己的齿轮和杠杆来完全实现你想要的运动。比如行走机器人或可以刷牙和系鞋带的机器人。

你可以浏览右边的资源来增加你的机械知识，它们能触发你内心的创造性灵感。



资源

关于不同的运动和机构工作原理的动画：
flying-pig.co.uk/mechanisms。

关于机构的挺有用的解释：
technologystudent.com/cams/camdex.htm。

我的主页上有许多机械雕塑图片和视频，还有许多其他运动雕塑家的连接资源：
twentysevengear.com。

《507机械运动：机构和设备》，亨利·特·布朗（Dover，2005），这是一本关于创造性运动点子的书籍。

《机械零件图集》，罗伯特·欧·帕姆利（McGraw-Hill，2003），这是一本为机械发明家写的思路性的纲要。

反应测试仪

查尔斯·普拉特

你知道你的反应有多快吗？用一个基于555时基芯片的毫秒级定时器就可以测试。这个定时器是为《爱上制作——电子篇》（Make:Electronics）制作的。

《爱上制作——电子篇》是21世纪早期的初级电子读本。所针对的读者群是初级爱好者和那些想学习电子知识的爱好者。这些爱好者很想进行一些很酷的制作或想自己用微控制器编程，但是却发现现有的书籍和网络资源看起来却是那些讨厌的人为讨厌的人编写的。

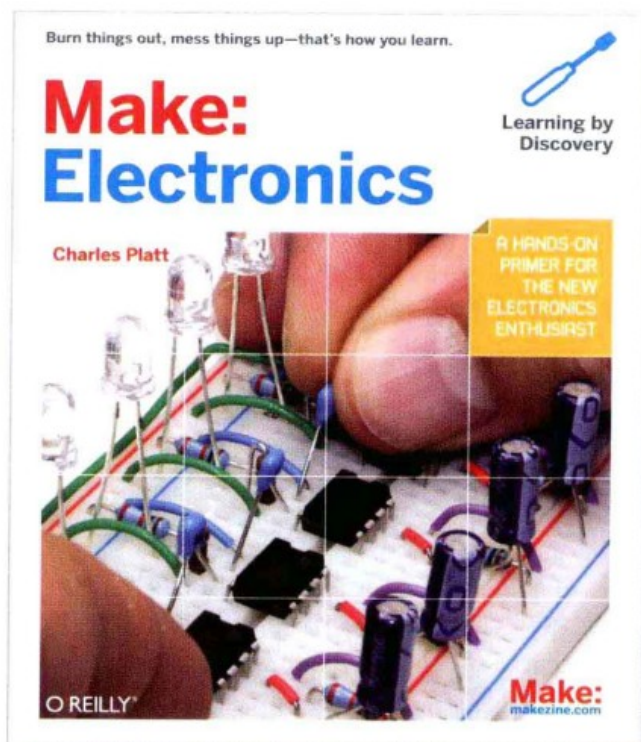
《爱上制作——电子篇》的文章使用口语化语言，用图示的方式写得非常有趣，包括了36个试验和项目，十几个有关科学和历史的典故以及电子制作后面的人性。书中充满了几百张照片、插图和图表、原理图甚至还有卡通画，所有这些都是查尔斯·普拉特完成的。

本书英文版第10期发表了查尔斯·普拉特为初学者撰写的555时基电路项目，这使我们意识到他就是我们要找的那个人，他可以促进我们的刊物的成功。因此，我们在这期选上了他撰写的这个555时基电路的新项目。

这个制作选自那本书的中间部分，是第18个试验，对于初学者来说有点超前（但是别担心，书的起点非常低，也非常容易上手）。根据指导仔细地制作，你一点问题也没有。此书的一个关键点就是告诉读者不要怕失败，因此如果你试了很多次，也是值得的。

要耐心，从失败中学习（如果你没有摸过电子制作，在开始这个项目的，你最好读读查尔斯·普拉特的《你的电子工作台》一文并完成“巨大的小芯片”项目，两篇文章都可以在本书英文版第10期上找到。

希望你能喜欢翻阅《爱上制作——电子篇》并能为你自己、朋友或家人也买一本。我们知道，他们可能挺烦你这个让人讨厌的兴趣，但如果忽视你却又有点令人尴尬。



本书英文版传媒公司刚庆祝了查尔斯·普拉特撰写的《爱上制作——电子篇》一书的诞生。为了庆祝这一令人高兴的事情，我们认为应该在本书中和读者朋友分享一个书中的制作项目

当我们在Make网站上（makezine.com）上发布这本书后，我们开始看到一些读者“忏悔”的帖子，一位读者写道：“准备好，你们将销售上10亿本。这就是我找了十几年的书。”非常感谢，这本书就是为你们写的（我们将卖上百万本）。

——加里斯·布朗韦恩

摄影和绘图：查尔斯·普拉特

开始>>

时间：一个傍晚

复杂程度：中等

555时基电路每秒钟可以运行上千个循环，因此我们可以用它来测量人们的反应时间。有了这个玩意儿你就可以和朋友来比试一下谁的反应快，也可以记录你的反应是怎样随着心情在一天的不同时间里面变化的，也可以测试昨晚的睡眠怎么样。

在开始前，你需要知道这个电路需要在一个63列的面包板上连许多连线。和以前一样，我们会把这个项目分为很多步骤，这会帮助你在进行下一步之前检查是否有接线错误。

第1步：显示

大家可以采用三个独立的LED数码管，但最好还是买一个封装里面有3位数码管的（Kinbright BC56-11EWA）。

我们可以把数码管跨着面包板中间的槽，把数码管右边缘对齐面包板的边，此时不要插任何其他零件（见图A）。

将电源调为9V（也可以用9V电池），负极接到最右边那排插孔上，通过1kΩ的电阻把数码管的18、19和26引脚接到负极上。这个数码管是“共阴”的，共阴的意思是数字的各个字段的阴极是连到一起的。（图C给出了该数码管的引脚定义。如果你用的是其他型号的数码管，那么其引脚定义可能不同，需要查阅其相应数据手册来确认哪些引脚是阴极）。

打开电源，用连到电源正极的引线插到和数码管的其他引脚在一列的各个孔中，此时可以看到数码管被点亮了（见图A）。

数码管通过各个字段的组合来显示数字0~9，各个字段是以小写字母a~f来表示（见图B）。数码管还有小数点，以h来表示，在本制

材料

能买到本制作所需元器件的地方：Radioshack（零售店或是radioshack.com），Mouser electronics(mouser.com)，Digi-Key (digikey.com)，Newark Online (newark.com) 以及Allelectronics corporation (allelectronics.com)。

4026解码计数器（4片），实际上只需要3片，多买一片备用。

555时基芯片（3片），不要用CMOS或高精度型的。

轻触开关（单刀单掷）（3片）

3位数码管，比如Kingbright BC56-11EWA，或3个数码管

至少有63列的面包板

万用表

电阻：1kΩ（6支），10kΩ，330kΩ，2.2kΩ

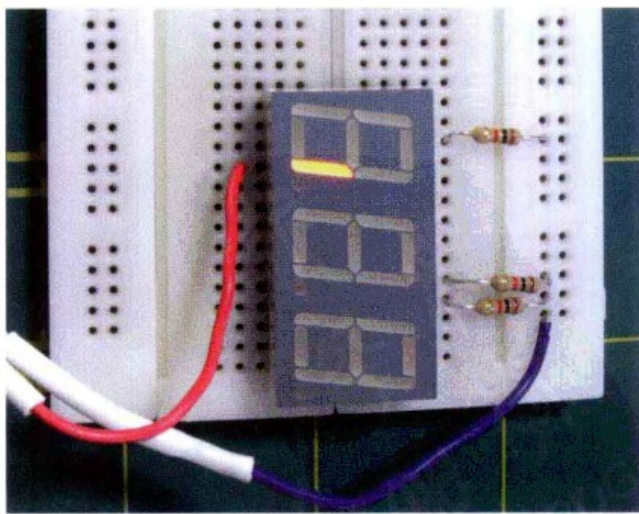
10kΩ电位器

低功耗LED，1mA

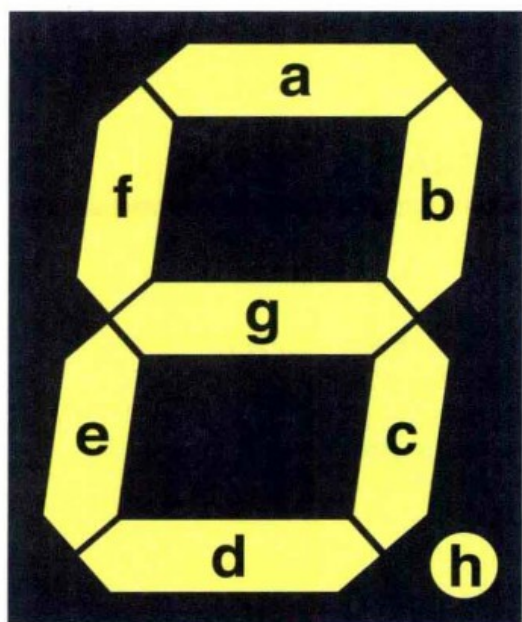
16芯DIP插座（3片）

连接线，22号单芯塑胶线

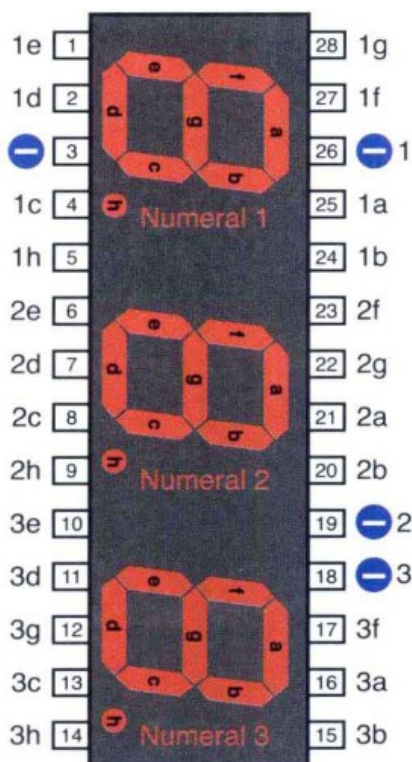
9V电源或9V电池



图A 把数码管的三个阴极用1kΩ的电阻连到负电源后，可以把正电压加到各个引脚上去点亮各个字段。图中正极接到第4脚上点亮了1c



图B 基本的数码管7段名称，用小写字母表示。图中还给出了小数点位



图C 这是Kingbright的3位7段数码管。可以用3片4026计数器驱动。数码管的引脚编号为1~28。第1位数字的各个字段用1a~1g表示；第2位数字的各个字段用2a~2g表示；第3位数字的字段用3a~3g表示

作中不会用到小数点。

图C是Kingbright数码管的引脚定义图，我把各个引脚都标上了功能。你可以用正电压一个一个地接触各个引脚，检查接触引脚时相应的字段是否正常点亮了。

要注意，这个数码管的第3脚和第26脚都是第一个数字的阴极。

我也不知道为什么会设计成两条相同引脚而不用一个，我们只需要接一个。由于这条引脚属性是“被动”，我们不连接它也没有关系。只要注意别把正电源接上去就行了，那样会导致短路。

数码管本身没有电源也不是智能的，它其实是由一组发光二极管组成。单个的数码管没什么用，只有在我们把这些发光二极管以合适的组合点亮后才有意义——下一节将介绍这方面的内容。

第2步：计数

幸运的是，我们有4026芯片，这个芯片可以把接收到的脉冲信号进行计数，然后输出的7段信号可以驱动数码管显示数字0~9。仅有的问题是4026是一款相当老的CMOS芯片，对静电十分敏感。

关掉电源并把线连到面包板上。在这个试验中，我们需要在面包板的两边都各自布上正电源和负电源，（见图D）。如果你买的面包板上没有颜色标识，建议你用不同颜色的记号笔标识出正负极，以免插错了极性烧坏芯片。

4026在9V电压下足以驱动数码管，确认一下芯片的方向，然后紧挨着数码管空一行把4026插在面包板上。

图E的电路图画出了怎么给4026连线。箭头所指的数字代表了要连到数码管的引脚号。

图F给出了4026芯片各个引脚的功能定义。在看图E的电路时需要结合图F才能看得明白。

把4026的第1脚和轻触开关连接起来，轻触开关另外一端接正电源。同时用一个10kΩ的电阻把4026的第1脚下拉接负极。只有按下轻触开关后，第1脚才会上拉到正电压。检查一下正负极后打开电源。

当连续按轻触开关时，数码管会从0显示到9然后又从0开始显示。有时候会发现按一下数码管会跳2到3个数字，没关系，后面会解决这个问题。

数码管的字段可能不是很亮，这是因为我们用了1kΩ的电阻限流，这些1kΩ的电阻用来防止计数器输出过载。

如果这一步接线正确，你可以把另外两个计数器也接上，这两个计数器用来控制剩下的两个数字。第一个数字是个位，第二个数字是十位，第三个数字是百位。

图G中同样是用箭头指向的数字标明这个引脚应该连接到数码管的哪个引脚，如果不这样的话，整个电路图将会被这么多的连线搞得很复杂，不好读图。

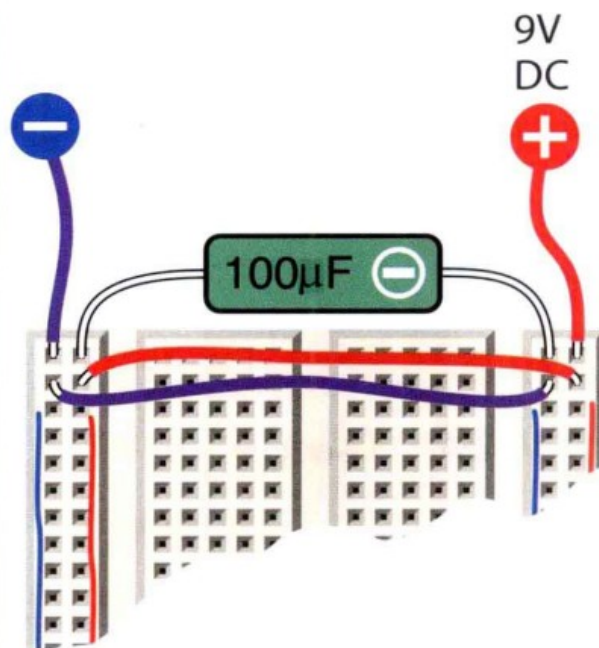
你可能由于要连太多的线而放弃，实际上，在面包板上完成这一步只需要半小时。建议你试试，因为这个电路能自己从“000”显示到“999”，就像魔术一样有趣。我选择这个电路是因为它非常有学习意义。

S1连接到IC1的“时钟关闭”引脚，当你按下S1时，计数器将停止计数。由于IC1控制IC2，IC2控制IC3，如果IC1停止计数，那么其他两个计数器也会停下来等待IC1再次开始计数。因此无需使用IC2和IC3的“时钟关闭”引脚。

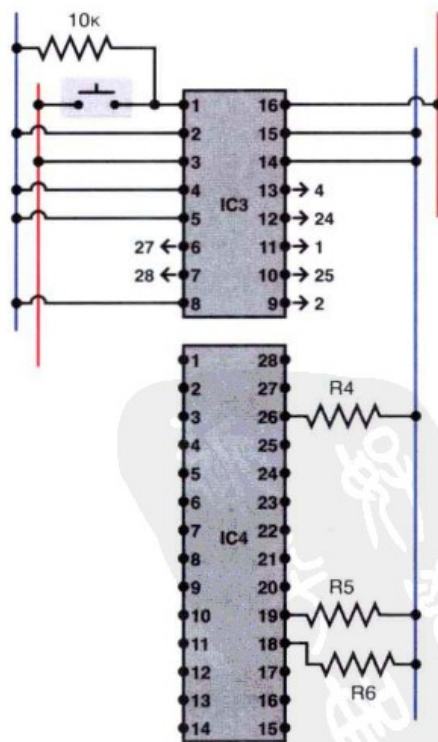
S2连到3个计数器的“复位”引脚，按下S2后，3个计数器将清零。

S3手动发送正脉冲到第一个计数器的“时钟输入”引脚。

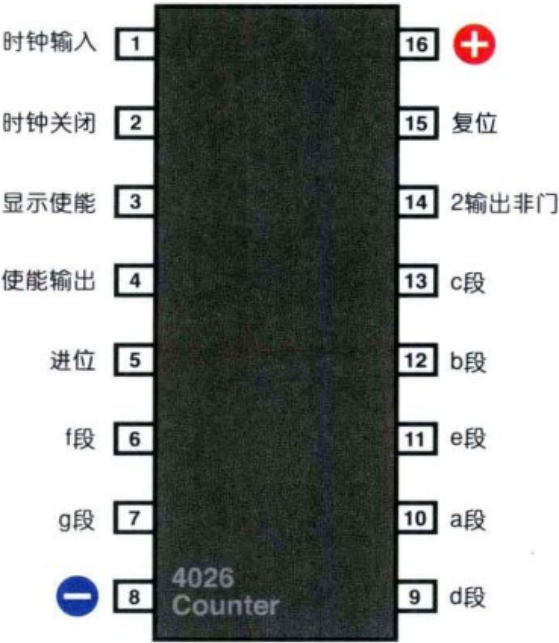
S1、S2和S3都用了1kΩ的电阻连到电源负极。这种设计是要使按钮没有按下时保持引脚的电压接近负电压。当按下按钮时，芯片的引脚正极直接连到正电压，这样的连接可



图D 在芯片周围布线时，把面包板的两边都布上正电源和地会给布线带来很大的方便。对于本项目来说，可以像图上这样在9V电源上接一个100 μF的滤波电容。如果你买的面包板上没有彩色标识，建议你自己用油性笔画上标识



图E IC3是4026计数器，IC4是3位7段数码管。箭头所指的数字标明该引脚需要连接到数码管的引脚序号



图F 4026解码计数器是一个CMOS芯片，第1脚接收时钟脉冲，可以保持从0计数到9并解码驱动7段数码管

以保证引脚电压为绝对正或负。

如果去掉一个下拉电阻，你可能会看到数码管在胡乱跳动（数码管有许多引脚没有连接，但这些引脚是被动引脚，它们不会导致这种问题）。

注意：CMOS90芯片的输入引脚一定要连接到正或地。参见第90页的“不要有悬浮的引脚”的警告。

建议你把电路图上的所有线都连上。然后剪一条合适长度的22号线把IC1～IC4的剩余引脚都连起来。

打开电源并按S2。你会看到数码管显示3个0。

每按1次S3，计数器就会加1，如果按S2，计数器会清零。如果你按着S1然后反复按S3，计数器将忽略S3输入的脉冲而保持为0。

脉冲发生器

555时基芯片非常适合用来产生脉冲信号并驱动计数芯片。图H给出了555芯片在面包



注意把你自己接地！

在使用历史比较长的CMOS芯片（如4000以上的，4002和4020等）时，需要注意以下事项以免当你打开电源时电路却没有任何反应。

人们在运输芯片时常常把芯片插在黑色海绵上，这是导电海绵，当拿到这种芯片时应该等到要用时再把芯片取下来。

如果拿到的芯片是用塑料管包装的，可以把这些芯片拿出来插到导电海绵上，或者插到铝箔上，这样可以避免某条引脚

的电压比其他引脚高出很多而损坏芯片。

当使用CMOS芯片时，人体接地是非常重要的。人体在行走时袜子的纤维和塑料地板的摩擦产生的静电会累计。你可以买一个防静电手环，或者在触摸芯片前摸一下金属物品比如金属柜子。我的习惯是用穿着袜子的脚触摸文件柜，这样就可以解决静电问题。

当芯片上通着电时千万不要焊接。

把电烙铁接地是一个好方法。

最好不要焊接CMOS芯片。在面包板上完成试验后要把芯片移到电路板上时，可以焊接一个芯片插座到电路板上，然后把芯片插到插座上。如果芯片有任何问题，可以把芯片拔起来换一片。

在工作台面上用一个接地的导体可以防静电。一个比较便宜的方法是在工作台上铺上铝箔，然后用导线连接到暖气片、水管或者大的金属上。我用的是导电海绵，就是用来包装芯片的那种，只是这种海绵比较贵。

板上的电源正极和地的连接关系。2脚和6脚通过飞线直接连接。

在本试验中，建议一开始时设置为每秒产生4个脉冲，如果每秒产生更多的脉冲，就不容易用简单的方法验证电路是否工作。

在IC1的上方插上IC5和相应器件。两个芯片之间不用留任何间隙。去掉S3和R3，用一段线直接把IC5的3脚（输出）和IC5的1脚（时钟）连起来。

注意：在撰写本书中，作者查尔斯·普拉特找到了555芯片的发明者汉斯·凯门兹德的电话。查尔斯·普拉特决定打他的电话开个玩笑。详情见本书英文版在线：makezine.com/go/camenzind。

基础知识

计数器和7段数码显示

绝大多数计数器都可以接收脉冲信号并把计数值按顺序分配到一系列引脚上。4026十进制计数器有点不同，它是把计数值译码为7段数字并使相应引脚输出电压去驱动7段数码管。

有的计数器输出正信号（输出电流）而另外一些计数器输出负信号（吸收电流）。有的7段数码管需要正极输入来点亮数字，如共阴数码管。那些需要输入负信号的是共阳数码管。4026输出正信号去驱动共阴数码管。

在计数器的数据表上可以查到芯片功耗和带负载能力。CMOS芯片有点过时了，但是其供电电压很宽，比如4026可以工作在5~15V的电压下，非常适合作业余制作。而其他芯片工作电压范围就要窄得多。

大多数计数器的输出或吸收的电流只有几毫安，4026供

电电压为9V时每条引脚可以输出4mA电流，刚好够驱动7段数码管。

在计数器输出引脚和相应7段数码管之间可以采用各自串联电阻来限流。为了简化设计，我们通常采用一个数字接一个电阻的形式，这个电阻接在数码管的阴极和地之间，本试验就是采用的这个方法。这种缺点是笔画少的数字（如1）比笔画多的数字（如8）要亮。

如果想要使显示的数字更亮、看起来更专业，可以采用三极管来驱动数码管或一个带多个放大器的芯片来放大电流。

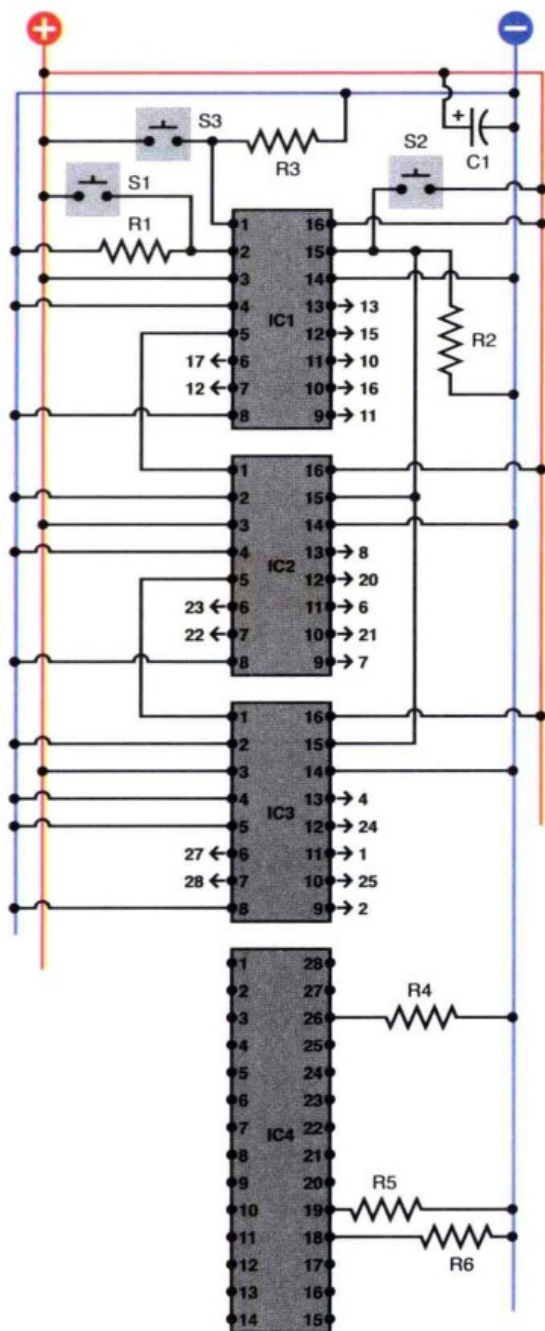
当十进制计数器计数达到9并转为0时，会在“进位”引脚输出一个进位脉冲，这个脉冲信号可以用来驱动计数器并能保证逢十进一。而十位计数器的进位引脚输出的脉冲又可以驱动百位……除了十进制计数器外还有十六进制计数器和八进制计数器等。

为什么除了十进制外还需要其他进值呢？我们来看看4位数字的电子表，最右边的数字到10就会回0，紧邻的数字到6会进位，到第一个10小时后进位会到2并给出另外一个进位信号。显示12小时制式时，最左边的数字要么是0要么是1。因此，有的计数器就是专门设计用于时钟计数。

计数器有一些控制引脚如“时钟关闭”会告诉计数器忽略输入的脉冲并保持当前的显示值；而“显示使能”会使芯片实现输出；“复位”信号会把计数器复位为0。

4026需要正信号来驱动控制引脚，把这些引脚接到地可以关闭相应功能。

要让4026计数器计数并显示数字，需要把“时钟关闭”和“复位”引脚接地（关闭其功能）并把“显示使能”引脚接到正电压上（使能输出）。图F给出了4026计数器的各引脚功能。



图G 测试电路，按电路图的方位插到面包板上，可以手动触发计数器来验证显示是否能从000升到999

元器件值：

所有电阻都是1k Ω

S1, S2, S3: 单刀单掷常开按钮

IC1, IC2, IC3: 4026计数器

IC4: Kingbright 3位共阴数码显示管

C1: 100 μ F滤波电容

把IC1, IC2和IC3的引脚按箭头所指数字连接到IC4。IC4的功能引脚图参见其数据手册

再次打开电源，你可以看到数字在迅速跳变，顺序的闪烁着。按下S1不动，计数将被冻结，松开S1后又会开始计数。按下S2后计数器将复位，即使同时按下S1也会复位。

改进

是时候回到我们的真正目的的时候了——用这个电路来测试人的反应。当被测者打开电源后，要设计一段延时并用指示灯来显示延时结束，被测者看到指示灯点亮后用最快的速度按下按钮，在响应的这段时间里面，计数器会以毫秒为单位计时直到被测者按下按钮才停止计数。显示值会保持不动，显示的计数脉冲数即是响应时间。

怎么实现呢？我们需要一个乒乓功能，当触发器接收到一个信号后开始计数并一直计数，当触发器接收到另外一个信号（如用户按下按钮）后就停止计数并保持停止状态。

怎么实现乒乓功能呢？信不信我们还可以用555以双稳的形式来实现？

在双稳模式下，555能够进入一个大的翻转状态。我们把2脚和4脚通过电阻上拉来避免芯片进入不稳定态，但是当我们想让芯片转换到另外一个状态时，负脉冲会导致芯片进入振荡。

参照用两个按钮来控制的555双稳触发器的原理图（见图J），可以把这个电路加到之前的电路中。由于需要把IC6的输出连接到IC1的2脚，需要拔掉S1和R1（见图K）。

再次打开电源，电路和以前的计数方式还是一样。但当按下S4后，计数会停止，这是因为555芯片输出了正信号到计数器的“时钟关闭”引脚。计数器仍然接收555发出的脉冲信号，但计数器的2脚电源为正，计数器会忽略输入的脉冲。

按下S5将使555双稳触发器的输出回到地电平并使计数器恢复计数。我们就要完工了，现在，我们可以使计数器复位为0（按S3）、开始计数（按S5），并等待用户来停止计数

(S4)。剩下的一件事是延迟电路，用来随机开始计数。

延迟电路

我们把另外一片555用做单稳触发器。在2脚用一个负脉冲触发后，555会输出一个持续约4s的正脉冲，定时结束后，输出又回到负。我们把由正变负的脉冲连到IC6的第4脚替换之前用来启动计数的S5按钮。

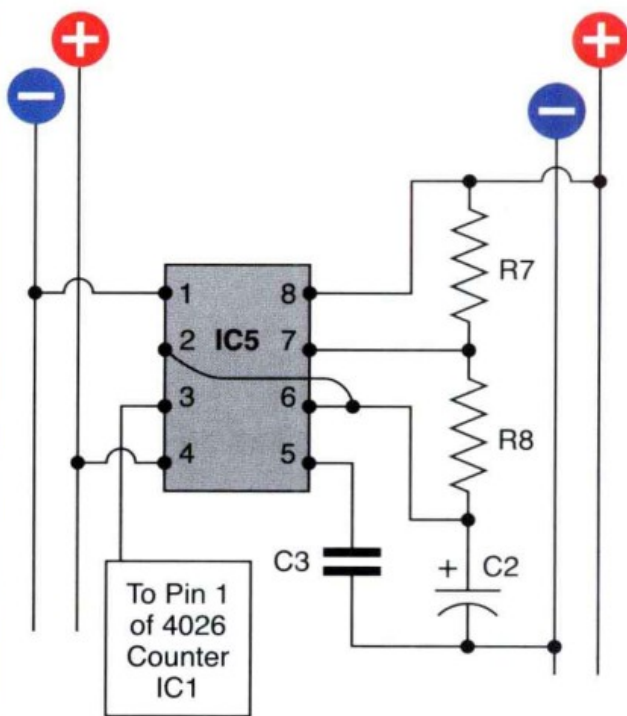
见图K，我们增加了另外一个555，也就是IC7。当其输出由正变负时，将使IC6复位，IC6的输出变为负，此时计数开始。因此IC7替代了开始开关S4，可以去掉S4，但保留上拉电阻R9，这样IC6的复位引脚在其他时间都会保持为正。

IC7的输出和IC6复位引脚之间用了C4后电路才能正常工作。这是因为电容可以把由正变负的突变信号传到IC6，而其他时间里面会隔断IC7的信号，避免干扰IC6的工作。

图K所示的最终电路图中有3个555相互连接在一起，都位于IC1计数器上方。图中加了一个LED用来显示工作状态。图L是我在面包板上搭的电路的照片。

电路有点复杂，下面讲讲工作流程。研究下面的工作流程时可以结合图K的原理图：

1. 用户按下开始延迟按钮S4，会触发IC7。
2. 在C5充电过程中，IC7输出几秒的高电平。
3. IC7输出由高电平变回低电平。
4. IC7通过C4把低压脉冲耦合到IC6。
5. IC6输出翻转为低电平然后返回高电平。
6. IC6输出的低电平通过LED吸收电流并点亮LED。
7. IC6输出低电平到IC1的第2脚。
8. IC1的第2脚低电平使IC1开始计数。
9. 用户按下停止按钮S3。
10. S3把IC6的2脚连到地上。
11. IC6输出变为高电平并保持。



图H 非稳电路，用来驱动之前所说的十进制计数器，输出定时大约为4秒

元器件值：

R7: 1k Ω

R8: 2.2k Ω

C2: 68 μ F

C3: 0.1 μ F

IC5: 555时基芯片

基础知识

开关抖动

当按S3时，你会发现有时候计数器跳动不止1。这并不意味着电路有问题或元件坏了，其实是一种开关抖动的现象。

从微观层面来说，按钮内部触点的闭合并不是平滑、紧密和干脆的。在完全闭合前，触点会有几毫秒的抖动，计数器会检测到这个振荡并

把它当作一系列脉冲而不是一个抖动。

有许多用来“消抖动”的电路。最简单的一个是在触点两端并联一个电容来吸收振荡，但这个电路并不是非常好。在我们的电路中，开关抖动并不是问题，这是因为我们把S3替换为了一片555芯片，可以产生没有抖动的脉冲信号。



不要有 悬浮的引脚

CMOS芯片非常敏感，没有连到电源或地的任何引脚都叫“悬浮”，会像天线一样感应周围非常小的波动。

4026计数器芯片有条引脚叫“时钟关闭”。厂家的数据手册非常有用，上面说：如果把该引脚连到正电压，芯片会停止计数并停止刷新显示。如果不连到正电压，你至少可能在测试芯片时会忽略这个引脚而不连接。这样做有非常大的问题！

由于厂家假设用户都具有常识，他们没有告诉你一件重要的事：如果你想要时钟运行正常，“时钟关闭”引脚必须连到低电平上。如果不连，芯片会没有意义地乱运行。

所有没有用的引脚都应该连到正电压或地上。

12. IC6输出的高电平使LED熄灭。
13. IC6的输出高电平也连到了IC1的2脚。
14. IC1的2脚为高电平时会中断计数。
15. 在估算结果后，用户按下S2。
16. S2把正电压连到IC1、IC2和IC3的15脚。
17. 正电压把计数器复位为0。
18. 用户可以再次开始。
19. 同时，IC5一直在运行。

我画了一个流程图来帮助大家更好的理解以上流程，见图M。

使用反应测试器

至此，你可以开始全面的测试电路了。第一次打开电源时，电路会开始计数，这有点讨厌，但是很容易搞定。按一下S3即可停止计数，按S2能复位为0。

下面按下S4，好像没有反应——电路就是这样设计的，延迟电路已经默默开始工作

基础知识

555双稳电路

图I给出了555芯片的内部电路，去掉了右边的外部电路，改为在6脚连了一个负电压，你能看明白吗？

如果在2脚触发端加一个负脉冲信号，555会开始运行，输出一个高电平给接到6脚的电容充电，当电容上的电压达到 $2/3$ 电源电压时，555输出高电平结束，跳回到低电平。

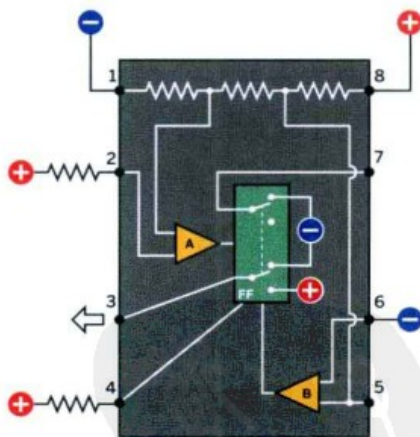
如果没有电容，555就不会停止运行，其输出高电平会持续一个不确定的时间。而4脚（复位）能控制一切。如果给4脚加上低电平，输出就会

变为低电平。自此，输出会保持为负直到你把2脚电压变为低电平，这会把555输出跳回高电平。

下面是双稳电路特征：

- 加到2脚的负脉冲会使输出变为高电平。
- 4脚加的负脉冲使输出变为低电平。
- 555电路在每个状态下都是稳定的，运行时间不确定。

由于我们会把电路用在非稳定状态，5脚和7脚可以不用连接，其上的随机信号可以忽略。



图I 双稳电路中，555的6脚始终为低电平，定时循环只有在4脚上施加负脉冲才会终止定时

了，接着LED灯点亮。同时，计数器开始计数，此时，用户应该以最快的速度按下S3来中断计数，显示的数字就是反应时间。

唯一的遗留问题是这个装置没有经过校准，还运行在慢速模式。我们需要改变连到IC5的电阻和电容来使它每秒产生1000个脉冲，而不是现在的每秒3、4个脉冲。

把R8改为10k Ω 可调电位器，C2改为1 μ F电容。这样组合后的电路在电位器位于最大阻值时每秒会产生690个脉冲。通过调节电位器，调到大概一半左右后定时器会以每秒1000个脉冲运行。

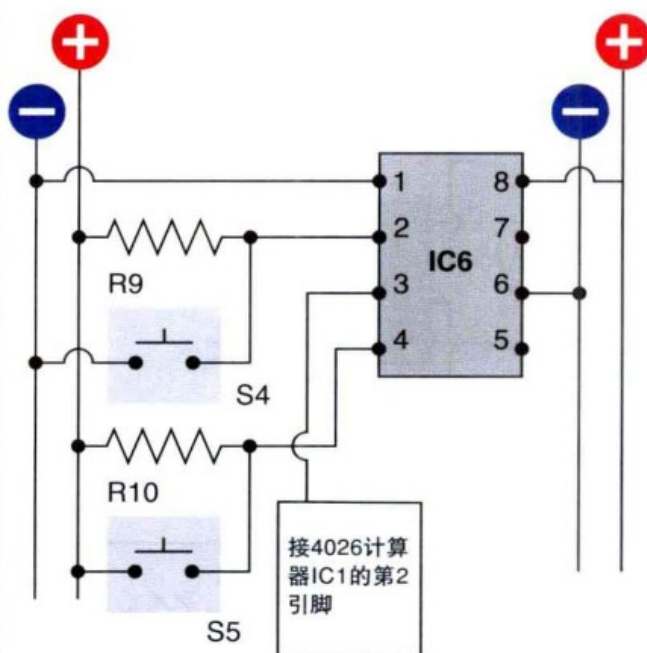
怎样才知道电位器调到合适了呢？最理想的是用示波器探头接到IC5的输出端来测试波形。但大部分人没有示波器，怎么办呢？下面介绍一些其他方法。

首先去掉C2的1 μ F电容，改用10 μ F电容替代。由于电容值乘了10，产生的脉冲频率将降低10倍。此时最左边的数码管将以秒为单位计数，从0计数到9然后变为0意味着是10秒。这样就可以用一个秒表来校准，边调电位器边看着秒表。调好后把电容换回为1 μ F的。

问题是电容误差可能会有10%，如果想精确的测试你的反应时间，需要用下面的方法校准。断开连到IC5第5脚的连线，用一个LED串一个1k Ω 的电阻接到第5脚和地。第5脚是“进位”，当IC3计数从9翻转为0后会在第5脚输出一个正脉冲，IC3每秒计10次，LED灯每秒就会亮一次。

下面就让电路工作1分钟，用秒表来看LED每秒的闪烁比秒表快还是慢。如果你有带时间显示的数字摄影机，你可以用摄影机取景器来看LED闪烁，同时对照摄影机的时间来校准。

如果LED亮的时间太短会看不清楚是否亮了，可以用一段线从第5脚连到另外一个设计为单稳的555来使第5脚的输出脉冲延迟到1/10秒，新的单稳555输出可以直接连到LED。



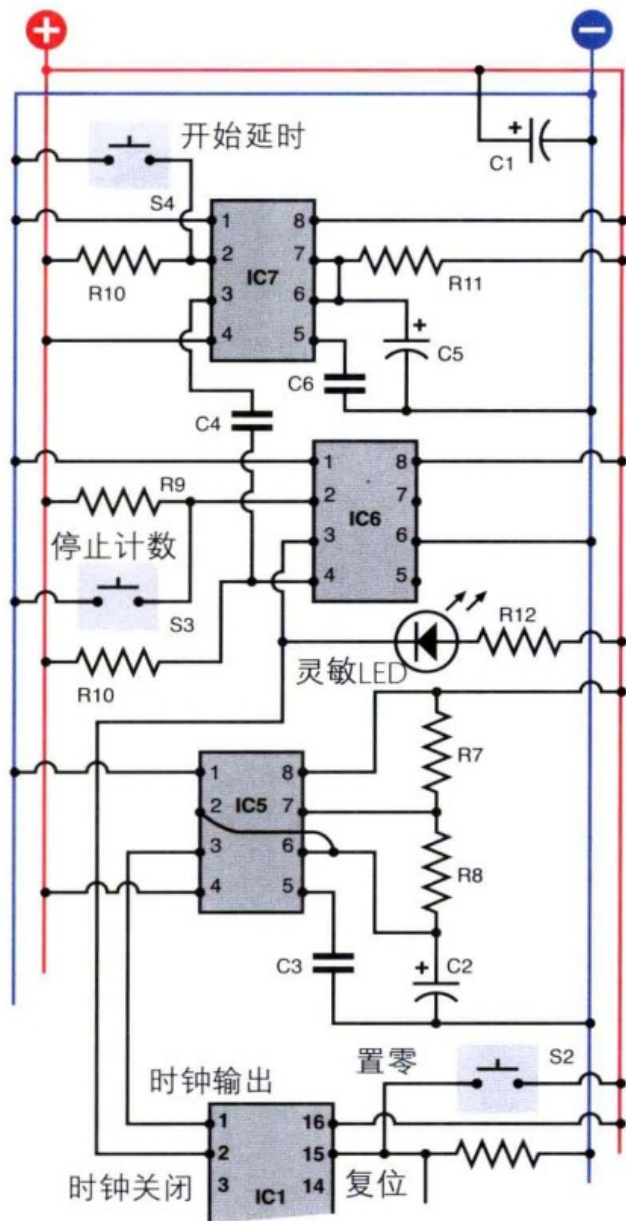
图J 增加一个555双稳电路到反应测试仪，当按下按钮，计数会停止并保持停止状态

元器件值：

R9, R10: 1k Ω

IC6: 555





图K 比较完整的控制电路部分会增加到这些555时基电路上

- 元器件值：
- R7、R9、R10、R12: 1kΩ
 - R8: 2.2kΩ
 - R11: 330kΩ
 - C1: 100μF
 - C2: 68μF
 - C3、C4、C6: 0.1μF
 - C5: 10μF
 - S1、S2、S3: 按钮

改进

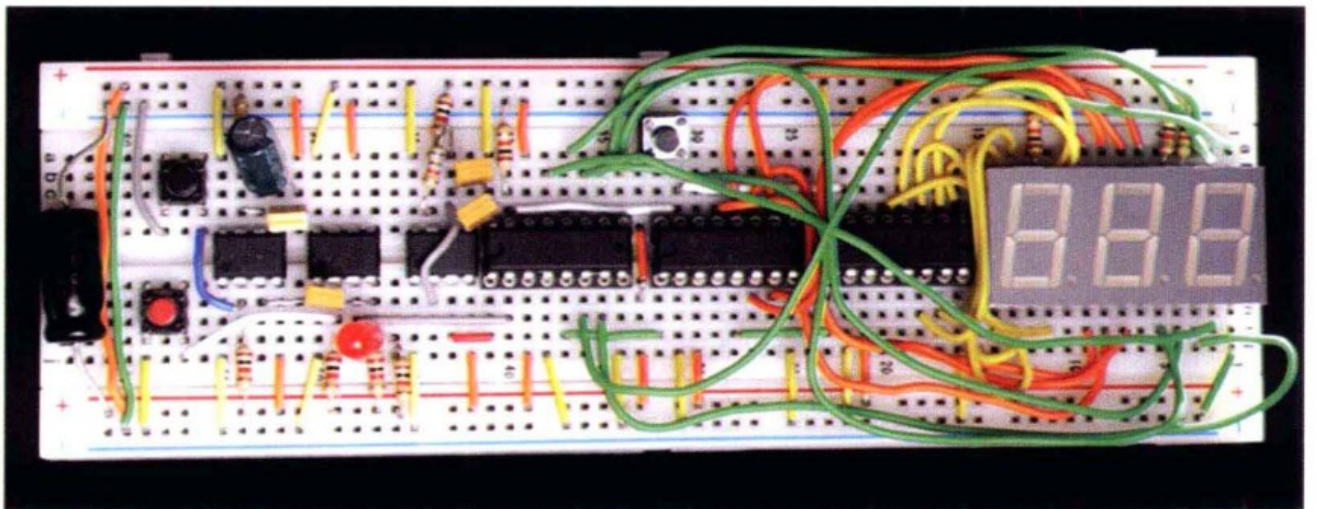
毫无疑问，这个制作已经完成了，大家可能看到了一些可以改进的地方。下面是一些建议：

1. 开机没有计数。如果开机后电路就处于预备工作状态比开机就开始计数会更好。为了实现这个改进，需要在开机时给IC6的第2脚送入一个负脉冲，也可以给IC1的第15脚送入一个正脉冲，增加一片555可以实现这个功能。大家可以自己去实现。
2. 按下开始按钮后的声音提示。现在的设计上没有开始按钮是否按下的确认信息。我们需要增加一个压电蜂鸣器，连到开始按钮的右边引脚和电源上。
3. 计数器开始前的随机延时。用电路来实现随机过程非常困难，一个方法是让使用者按在一对金属触点上，利用手指皮肤电阻来替代R11。由于每次按压的压力会不同，因此电阻也会不同，延迟也会随着变化，我们需要相应改变C5的电容值。

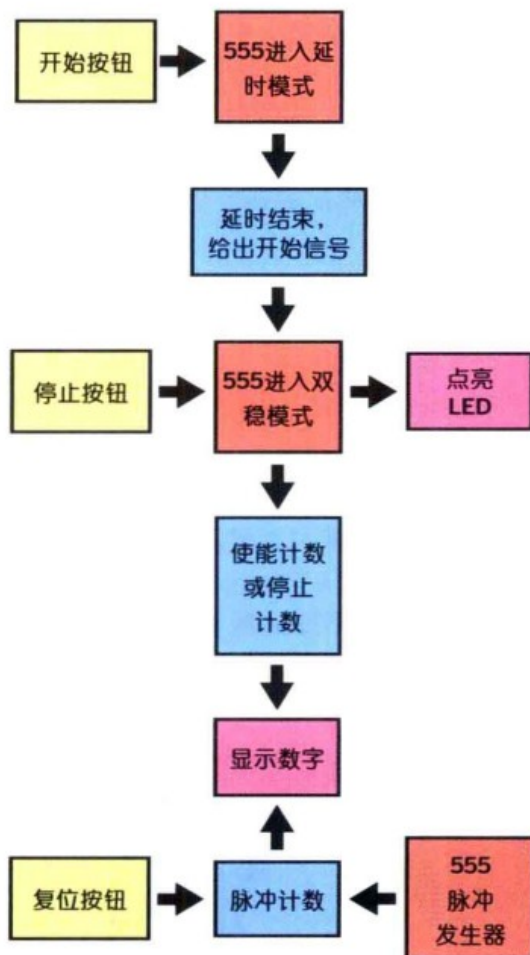
总结

这个制作介绍了怎么控制计数芯片和计数芯片的级联应用以及555的3种不同应用。还介绍了不同芯片之间的关联关系和完成电路后的校准过程。

很自然，如果想使这个电路更实用，你需要把电路装到盒子里面并选择一个重型按钮——特别是停止按钮。当人们在测试反应时，他们很可能会非常重地拍停止按钮。



图L 用63列面包板做的反应定时电路



图M 反应测试仪功能框图

完成 X



电钻自行车

拉斯·拜尔

■ 我在佛罗里达有一个25英尺长的游船，我想要一个小巧轻便的车，在把拖船停靠在码头时，骑着它去买啤酒冰块什么的。有一次无意中在一个谈论硬件的电视访谈中瞟到了一眼用充电电钻驱动的自行车，于是萌生了想做一个的想法。

请看结果：电钻自行车（见图A）。自行车装了一个36V电钻，2秒就可以从静止快速加速到每小时10英里。电钻装在后轮上面，看起来像是一个行李架。

有点搞笑的是当我骑在这辆自行车上时，别人说我像一个胖熊骑三轮车（见图B）。相信我，骑在这样的自行车上你不会吸引到浪漫的异性。

在开始制作时，我联系了电视上看到的生产自行车的厂家，看看他们能否提供右旋齿轮箱，有这种齿轮就可以用钻头居中的这种电钻来驱动后轮了。但我的要求被拒绝了，因为他们只卖成品自行车。

我一直坚持不懈地想办法做这个自行车，在逛一个跳蚤市场时我发现了一个小孩骑的电池驱动的自行车，是Razor公司生产的“电子朋克”。我花了60美元把它买下来并带回了家。

看到这个自行车的小电池和小电机，我就知道它的马力太小，并且它的7英寸的后轮看来也承受不了一个成年人的重量。

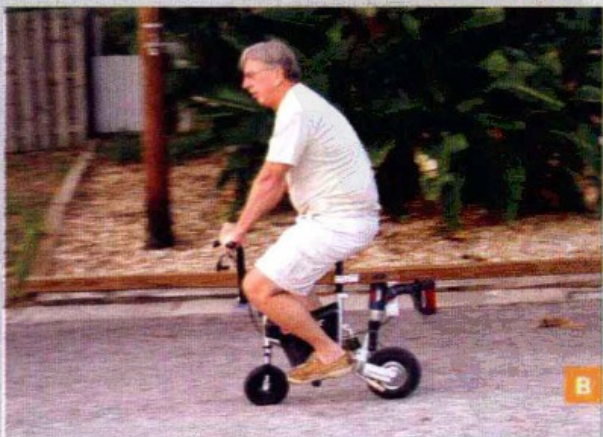
在平路上，这个电子朋克每小时只能跑5英里，在我骑着的时候甚至都爬不上车库出口的斜坡，但我还是看上了它的小巧。

对于发动机，我花了219美元从亚马逊网上买到了一个修好的36V博士电钻，这是我所见到过的马力最强劲的充电电钻。我还找到了一个Torque Transmission公司的做工非常好的小型右旋齿轮箱（比例1:1），型号是#RAB-1，在电钻速度为每分钟1800转时的额定功率为1/3马力。

加强后轮

拆开这个电子朋克自行车（见图C）后，我开始干了。拆掉了塑料壳、电池、马达和右边车把上控制电机的拇指拨动开关，我把没有用的小电机扔进了垃圾箱。

我首先用一个更大的后轮把原来7英寸的后轮换掉了，我用的9英寸后轮是带链条齿轮的，原来是在Razor mini Chopper上，这个轮子更能承重。其实我也不知道是否很有必要更换后轮，但这个大一点的后轮使整个自行车看起来



摄影：拉斯·拜尔（见图A）



材料

Razor电子朋克 (Aka E-Punk) 迷你自行车 Razor公司已经不再生产这款车了。在跳蚤市场或 ebay (ebay.com) 上可能买到。

右旋齿轮箱，齿数比1:1零件号 RAB-1, Torque Transmission 公司生产 (torquetrans.com)，89 美元。

大功率充电电钻要确认好三爪夹头能夹得住齿轮箱的传动轴。我用的是36V Litheon牌电钻。

后轮组件（轮子和链轮）是用在Razor公司的 Mini Chopper上的。零件号：15125090048 (razor.com)，26美元

18牙链轮，配合着25号链条，3/8英寸安装孔。零件号2737T121，6美元

滚轴链条，25号，3英尺。零件

号6261K283, McMaster-Carr公司，10美元

25号链条连接片。零件号 6261K108McMaster-Carr公司

摩托车旋转调速把手，适合安装在3/4英寸直径的车把上。我在eBay上花了20美元买的。

摩托车油门线

铝条

5英寸长，3/8英寸直径的金属棒

1/2英寸U形方铝条壁厚1/16英寸，14英寸长。5/16英寸螺杆，16英寸长。

硬木片，用来加长停车支架和用作链条盖。我用的是些旧橡木和一个在码头捡到的废弃的柚木纸巾盒。

黑色塑料把手，1/4-20螺纹

球状连接针，3/16英寸x3英寸长，带螺纹

重型尼龙扎带，用来扎紧手柄延长件。

自行车坐垫

各种螺栓，垫片和螺母

工具

铣床，我用的是Smithy (smithy.com) 组合车铣床。

全套丝锥和板牙以及攻丝油

记号笔

电钻，我用的是即将安装在自行车上那个。

金属钻头

常用尺寸的螺丝刀和Allen扳手

重型老虎钳和锉刀

榔头、凿子或刨子

钢板尺



10英里时速的大熊

电钻自行车的时速决定于电钻的转速、后轮的尺寸以及齿轮变比。我用电子表格来计算改变各种变量后的速度，以英里每小时表示。计算如下：

变比

$$\begin{aligned} &= \text{轮子链轮齿数} / \text{齿轮箱链轮齿数} \\ &= 66 / 18 \end{aligned}$$

轮子转速

$$\begin{aligned} &= \text{电钻转速} / \text{变比} \\ &= 1800 \text{rpm} / (66 / 18) \\ &= 463.6 \text{rpm} \end{aligned}$$

轮子周长

$$\begin{aligned} &= \text{轮子直径} \times \pi \\ &= 9" \times \pi = 30.73 \text{英寸} \end{aligned}$$

速度

$$\begin{aligned} &= \text{轮子转速} \times \text{轮子周长} \\ &= 463.6 \text{rpm} \times 30.73 \text{英寸} \times \\ &\quad (60 \text{分钟} / \text{小时}) \\ &= 13.49 \text{英里} / \text{小时} \end{aligned}$$

这个速度是没有负载的理想速度，当一个成年人骑上后，车速会变成10英里/小时左右。可以用一个更大的齿轮箱链轮来提高时速。对我来说，这么小一个自行车有10英里的时速已经足够了。

注意，如果用原来的7英寸电子朋克后轮，速度只有10.49英里/小时（尽管扭矩加大后意味着骑上后速度变化不大）。

还要注意，原来的电子朋克自行车是儿童车，允许的骑车人最大重量只有120磅。

我有230磅重，骑着这个改装的自行车没有任何问题，我儿子比我还重，也成功的骑上了这个自行车（更重的人都能骑这个车说明了我骑着是非常安全的）。

更酷。

为了安装这个9英寸的轮子，需要把轴的安装孔往后移。我在原来的安装孔向后0.75英寸的地方重新钻了两个孔，同时刹车也要往后移（见图D）。

安装右旋齿轮箱

下一步就是安装齿轮箱。我用螺栓把18齿链轮装在齿轮箱的右边，接着把齿轮箱装在原来安装电机的位置。

原来的电机是装在一块可以上下调节位置的板上的。这意味着我不能简单的钻一个通孔然后用螺栓固定。因此我做了另外一个安装板，用螺栓穿过原来装电机的孔固定，然后钻孔，把安装齿轮箱的螺栓头沉在里面（见图E）。

我用Google SketchUp (sketchup.google.com) 设计了安装板，随后又设计了调速机构和坐垫安装铰链机构。可以在makezine.com/21/build_notes找到这些设计文件的链接，设计文件中有详细的尺寸。

我用钢板尺来对齐齿轮箱链轮和后轮链轮（见图F）。这一步非常重要，如果两个链轮不在一条直线上，链条就可能会掉下来。接着把链条截短成合适的长度，然后用连接片把两个头连起来。

后轮改大后自行车的支架显得就有点小了，因此我用橡木把它延长了。我在橡木板上铣了个和支架末端相匹配的槽并钻孔，然后用尼龙扎带固定（见图G）。

安装调速机构

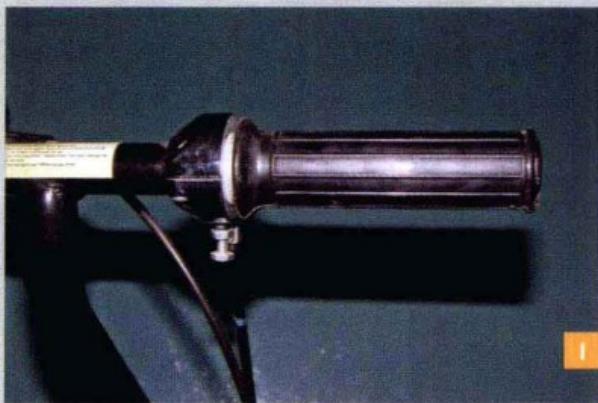
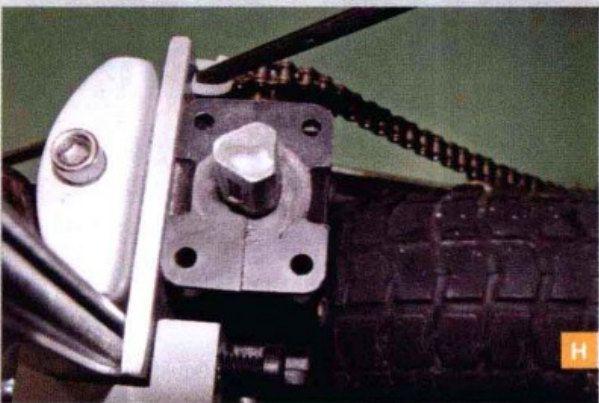
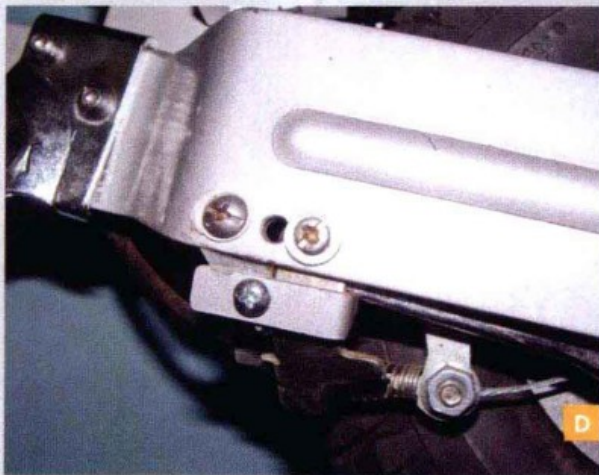
一开始我就像装钻头那样直接把齿轮箱的驱动轴夹在电钻上。问题来了，电钻的扭矩太大了，导致驱动轴在卡盘里面打滑并迅速磨损。看来这个办法不行，不得不另做打算。

买来的齿轮箱驱动轴直径是3/8英寸，我新做了个1/2英寸的驱动轴，在外面平均分布加工了3个平面，使截面看起来像是一个圆的三角形，这样一来电钻卡盘就能很好的夹住驱动轴并不会打滑（见图H）。

原来的自行车上面有一个拇指控制的开关可以使电机全速运转或是停止。我用了一个摩托车用的手柄调速器加一根调速线替换这个开关。

替换手柄非常简单，把旧的手柄去掉，插进新的调速手柄控制，上紧螺钉即可。调速线的另外一端安装一个小杠杆可以像手指一样压住电钻的扳机。这个调速方法和原来操作电钻的方法一样，非常简单，但确实管用。

调速机构是用铝加工的。压住扳机的小杠杆可以绕3英寸长的球状连接轴摆动，球状连接轴穿过6英寸长垂直的板中间开的孔固定小杠杆



图D 后轮摆臂上的后轮轴和刹车后移以适合安装更大的后轮

图E 右旋齿轮箱安装在攻了螺纹的平板上，而平板安装在原来的电机安装架上

图F 对齐链轮

图G 木制车架延长板

图H 齿轮箱驱动轴加工成三角形

图I 可接调速线的扭力车把

图J 控制端的调速机构



(见图J)。垂直的板相应的沿着固定电钻后面的板向下延长。

我在平板的底部安装了一个小板，板上导孔可以把刹车线固定在扳机杠杆的另外一端。杠杆的端头要打磨成圆形以避免弄坏电钻的塑料扳机。

安装电钻

自行车后轮有一个弹簧减震装置(见图L)，因此需要想办法安装电钻，使其不会随着减震弹簧上下移动。另外一个方法是把后轮减震弹簧去掉，但这样会导致骑着不舒适。

为了实现这个思路，我设计了一个连接车座的铰链板。这个柔性的连接是这个制作中最难的部分。

铰链板由两部分组成：前支架用来夹住车座柱，主要的板用来安装电钻。支架背后有一个平直的狭缝，板上安装了一个转轴，刚好穿过狭缝。狭缝能够容纳转轴，而转轴还可以在狭缝中自由移动。这样就形成了一个滑动链接和铰链的复合机构(见图M)。这个连接机构使电钻安装板具有2个自由度：上下倾斜和前后平移。

前支架是用铝棒在我的组合机床上加工而成的，转轴是用3/8英寸的棒材加工的，两端加工上螺纹并旋上手动螺母。电钻安装板是用捡来的纸巾盒子的板拼成的。整个铰链和铰链板的设计文件参见makezine.com/21/build_notes。

铰链板的后部有一个金属滑块，可以挂住电钻的底部。两边的销钉能在电钻的两旁挡住电钻。销钉是用小的圆木销打磨成斜面然后用胶水粘在孔中的(见图N)。

在铰链板上部有一个独立的弧线板，通过调节其位置可以紧紧的包住电钻的后部(见图O)。

铰链板和原来的电机安装板是通过一个向下的支撑柱连接的。支撑柱是16英寸长的螺纹杆，向内弯曲，比U形方铝条略短。在上部，U形方铝条抵住铰链板的下平面。螺杆穿过铰链板和弧线板，然后用带翼螺母和垫片固定(见

图P)。

支撑柱的下部用两个自己做的U形钢夹安装在齿轮箱安装板上。U形夹通过内六角螺栓固定，刚好包住电机安装板和U形方铝条(见图Q)。螺杆的底部位于后轮摆臂的上部，不做处理。

骑上电钻自行车

最后的改进：电子朋克自行车带的车座太小了，我装了一个带弹簧的大车座。至此，电钻自行车完工了，准备好骑车了吗(见图R)？

怎么操作呢？我这个电钻自行车骑了几英里了，感觉还不错。我的几个朋友也试驾过，他们都是大笑着骑的，呵呵。我的儿子和女婿也都挺喜好骑这个车，他们和我一样不觉得害羞。

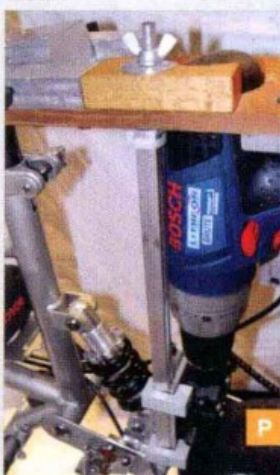
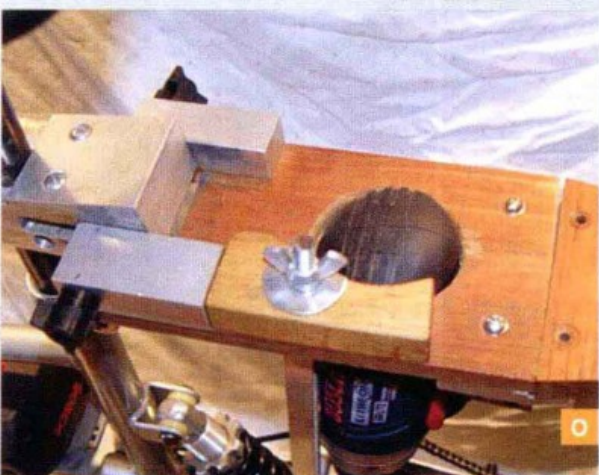
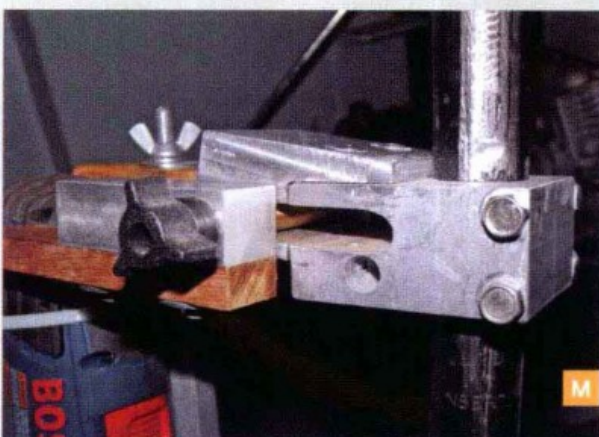
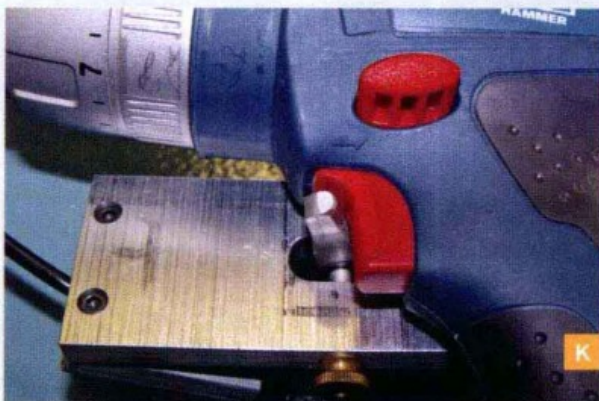
有一天，我正在砍一个伸到了别人院子里的树枝，这个树枝掉进了邻居的院子里，而我们两家之间没有路，我需要跑半个街区去捡回这个树枝，因此我骑上了我的电钻自行车去捡树枝。在回家的路上，路过一辆保洁车时，车里的人盯着我看并摇着头，仿佛在说：“你知道人们会看你，不是吗？”

电钻自行车带一块额外的电池总重37磅。额外的电池刚好能完美地装在原来装电池的地方。这个小自行车充满电能够行驶2英里，如果带上几块额外的电池，每增加一块电池就可以多跑2英里。

毫无疑问，要用原来的刹车有点危险，不足以刹住这个电钻自行车，但是在刹车的时候同时用上你的脚，还是能刹住的。也就是说，当你撞到树上了，别怪我没有警告你。

现在，我正考虑造一个电钻驱动的小艇。

拉斯·拜尔是Delphi汽车系统公司的退休工程师，做过卡特赛事的技术支持。



图K 安装在电钻扳机旁边的调速机构，图示的杠杆在接触点磨成了圆弧形

图L 后轮减震机构

图M 电钻支撑结构和车座支柱之间的铰接滑动机构

图N 用来顶住电钻底部的带钩子的支撑板

图O 电钻后部，图示为被弧线板顶住了

图P 主支撑板和齿轮箱安装板之间的支撑柱

图Q 固定支撑柱底部的支架

图R 完工后壮观的电钻自行车，在前车架下面装了一个备用电池

1+2+3 安全的竹剑

大卫·巴蒂诺

有一次，我和儿子在一个户外节日活动上看到一群十几岁的小孩用加了衬垫的剑玩战斗游戏，看起来非常好玩，因此我们决定自己做剑。做这个剑相当容易，也不贵——每把剑才花4美元。

1. 截竹子（如果需要）

6英尺长的剑正好，我们也做了两个3英尺的。

2. 缠绕泡沫材料

把泡沫紧紧绕在竹竿上，竹竿的一端留12英寸左右不缠泡沫，这一段用作把手。缠泡沫要长出竹竿1~2英寸，伸出来的泡沫可以保证包住竹子的端部。

3. 增加管道用胶带提高强度

我们用的泡沫材料在边上有自粘胶，但是每隔1英尺长再缠上管道用胶带可以保证泡沫不会开胶。也有人用胶带把整个泡沫都缠上了，把手部分也可以用胶带缠起来。

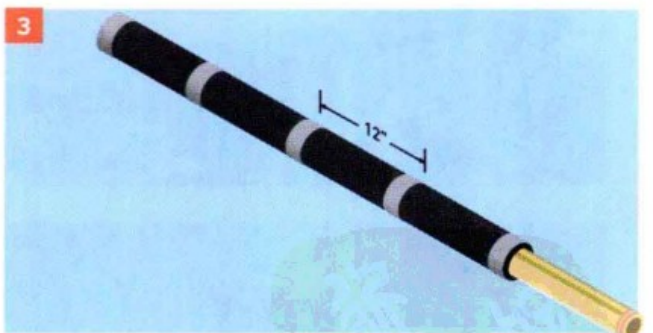
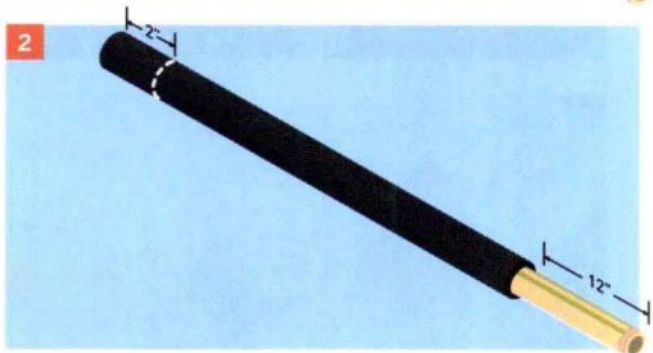
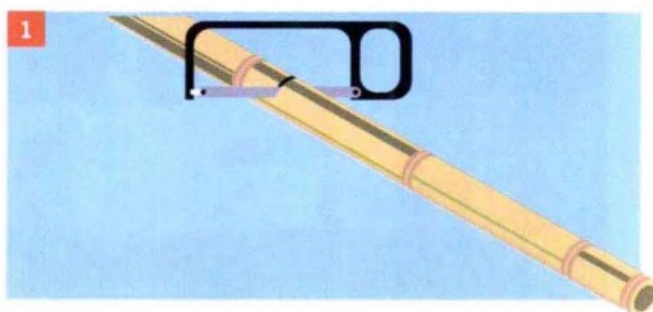
使用

我们采用的是《巨蟒》中的“黑色游侠”规则：砍到对手的手臂或腿就会使其失去功能，受伤后也要战斗，直到其中一人的四肢都被“砍”下了。在下面的照片中，希尔·克里斯托弗丢掉了双腿而金·托马损失了一个胳膊。

这个游戏相当棒，特别是当失去了一条腿，或失去了双臂，不得不用两个膝盖夹住剑来战斗时更加有趣。另外，剑的重量很轻并缠上了厚厚的泡沫垫子使每次敲击都相当安全。

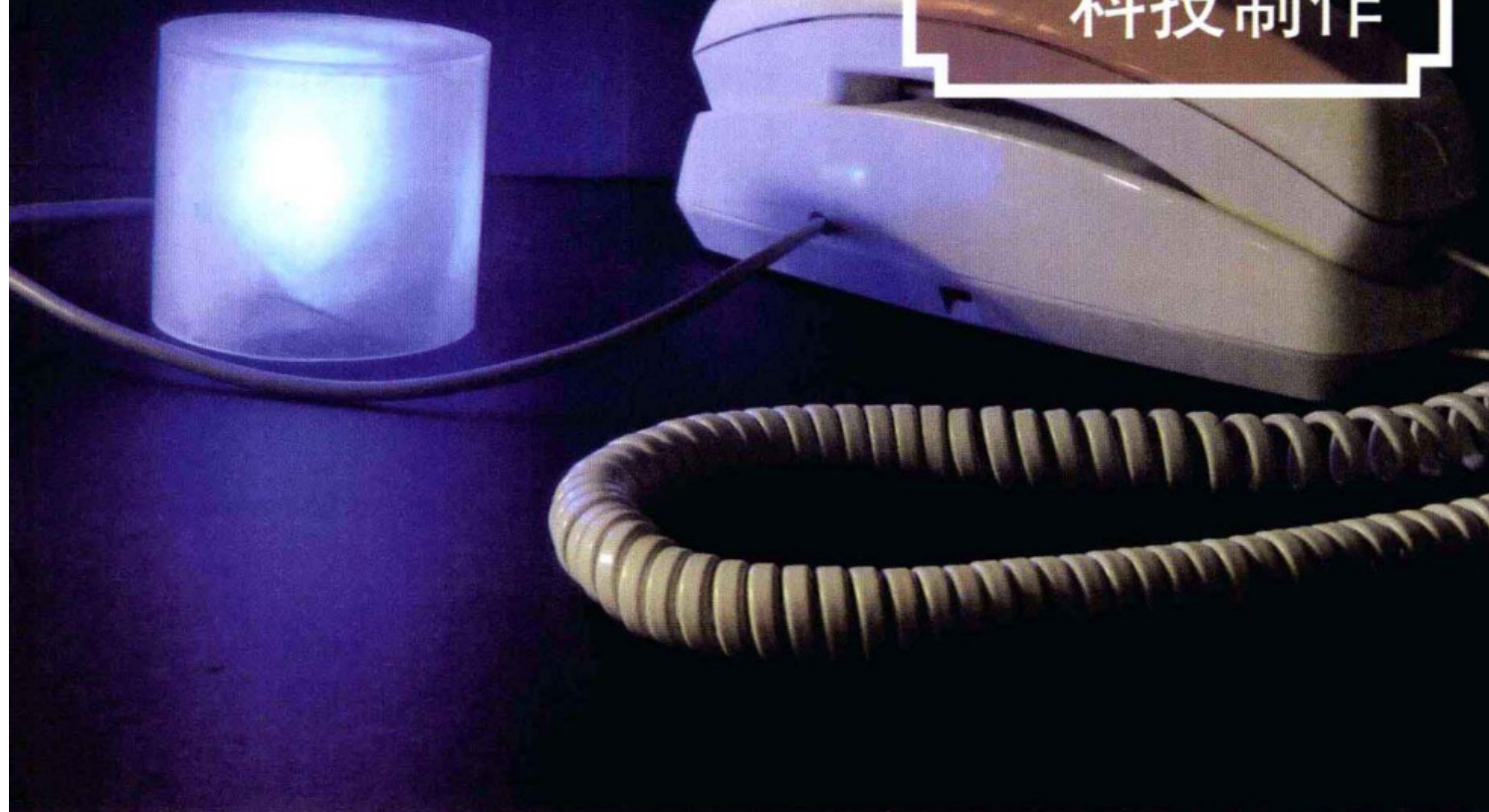
你需要：

竹竿大概6英尺长，直径为1英寸泡沫管，最好切出一条缝
管道胶带
小刀用来削减泡沫锯（可选）用来锯竹竿



大卫·巴蒂诺制作音乐 (batmosphere.com) 和故事卡片 (storycardtheater.com)。

绘图：朱利安·霍诺尔/p4rse.com；摄影：大卫·巴蒂诺



超能力测试灯



通过检测随机射线来观测宇宙中扔的“骰子”

约翰·洛文

阿尔伯特·爱因斯坦曾经在文章中写道：上帝不会在宇宙中扔骰子。针对爱因斯坦的文章，据说尼尔斯·波尔（或是恩里克·费米）回答说：“不要告诉上帝我们用他的骰子做什么事情。”

下面介绍一个状态灯，可以用4个多色随机点亮的灯来表示这些骰子的结果。这是真正随机产生的——不是确定的数，不是用计算机或其他基于逻辑系统的设备产生的假冒随机数，而是真正的、不可重复的随机数。这些随机数是用穿透宇宙的本底射线触发的。

我设计的这个灯是用来测试ESP（超能力）的，这个设计也有一些其他有趣的应用。这个装置的核心是一个用来检测电离辐射的微型盖革计数器。电离辐射有三个来源：太阳和恒星

发出的宇宙射线；地球上的泥土、空气或水中的放射性物质发出的射线和生物体中的放射性同位素（比如：钾-40、碳-14或铅-210）发出的射线。

为了产生随机数字，我们用了一个单片机从1到4循环计数，一旦盖革计数器检测到射线粒子，计数循环被打破，就点亮上一个数字对应的4个LED中的一个。这个小立方体被点亮后，计数又重新开始，直到检测到下一个射线粒子。这个算法就像是一个快速旋转的狂欢节轮盘随机停下来并读出指针处的位置，接着继续旋转。

从测试结果看，在普通环境中，一个新的小立方体每分钟会点亮1~2次。如果同一个小立方体被连续点亮2次，它就会暂时闪烁。为了

材料

我的公司 (Images SI, imagesco.com/esp.html) 提供包含所有器件的套件, 同时也单卖盖革计数管、PCB、盒子、升压变压器以及下载好程序的单片机。

微型盖革计数管

PIC16F84 单片机, 20MHz

电路板套件中包含做好的PCB。你也可以用2片2英寸×6英寸的面包板和绝缘飞线来实现这个电路。

塑料盒 套件中包含一个筒式塑料盒子, 用来安装电路板。

微型升压变压器

16MHz晶体振荡器

4049反相器

芯片插座: 16芯和18芯。用来插PIC单片机和反相器
单刀单掷开关 (开/关)

电容器: 22pF (2个), 0.0047 μ F, 100~330 μ F (2个)

高压电容器, 1kV, 0.01 μ F (4个)

二极管: 1N914, 1N4007 (3个), 1N5281B 200V稳压管 (2个), 5.1V稳压管

整流桥, 1A

LED灯: 红色、绿色、蓝色和黄色各一支

电阻, 1/4W: 330 Ω (4支), 1k Ω , 4.3k Ω , 5.6k Ω , 10k Ω , 15k Ω , 330k Ω , 3.3k Ω

三极管: 2N3904 (5支), IRF830 功率场效应管
7805稳压器

1/4英寸厚的铜箔带, 大约2英寸长

1/8英寸2芯插头, 用来做数据输出用

6~9V直流电源和2.5mm电源插头, 或9V电池和电池扣

工具

透明硅胶

电烙铁和焊锡丝

老虎钳

小锯子

电钻和钻头: 1/4英寸, 3/8英寸

砂纸和铁刷子用来打磨

如果你没有购买下载了程序的单片机, 你还需要PIC编程器和个人计算机

把随机数记录下来或用作他用, 随机数也能通过串口以TTL电平 (0V表示低电平, 5V表示高电平) 发送到个人计算机。

电路简介

电路由6~9V的变压器或是9V电池供电。电路图见makezine.com/21/diyscience_esp。电路的逻辑部分中, 稳压器输出5V直流电压给芯片和LED灯供电。电路的另外一部分是射线探测

器, 需要把低压升到直流400V给盖革计数管供电。4049反相器作为方波发生器, 产生的方波驱动IRF830功率场效应管, 从而把升压变压器初级绕组中的电流反复开和关, 把变压器的交流输出接到一个由2个高压二极管和2个高压电容组成的倍压器上, 倍压器把电压倍压为直流400V, 然后将其加到盖革计数管的阳极上。

盖革计数管的阳极通过330k Ω 电阻接地, 一个5.1V的稳压管并联在电阻的两端, 用来把盖革计数管的输出脉冲钳位在5.1V。盖革计数管的输出连到2N3904的基极, 经放大后通过2个反相门整形, 整形后的信号并不会颠倒极性, 这个整形后的信号送到单片机的中断引脚使计数循环中断。

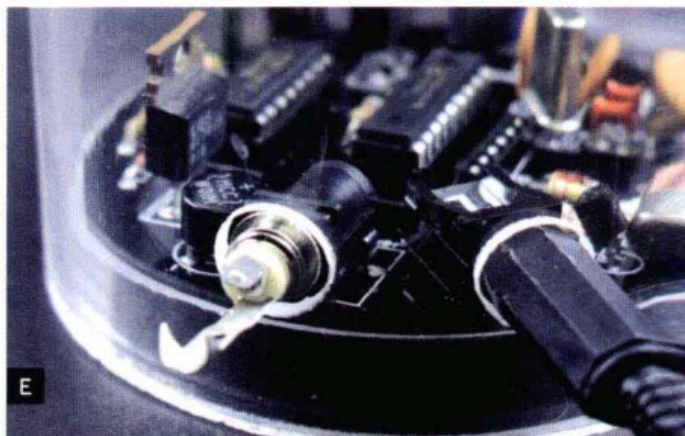
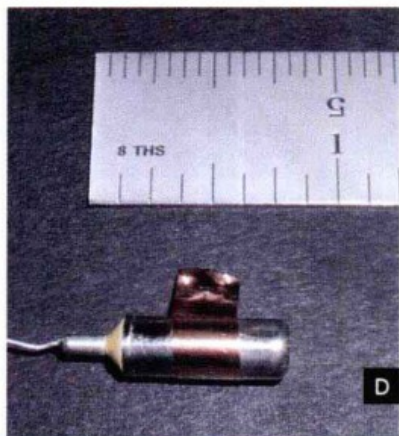
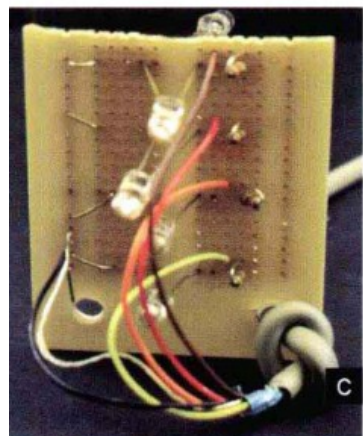
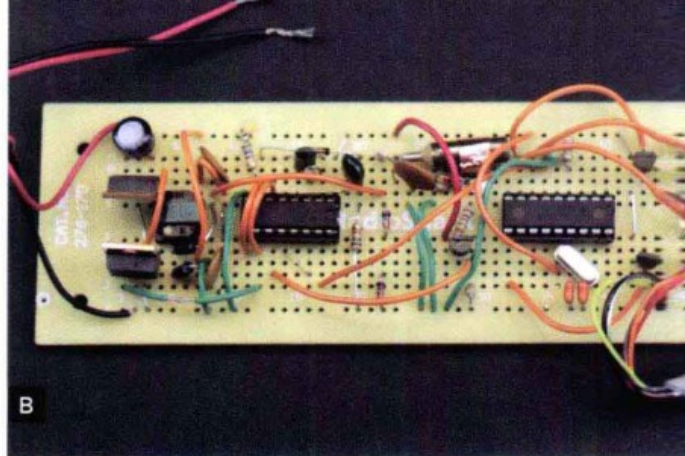
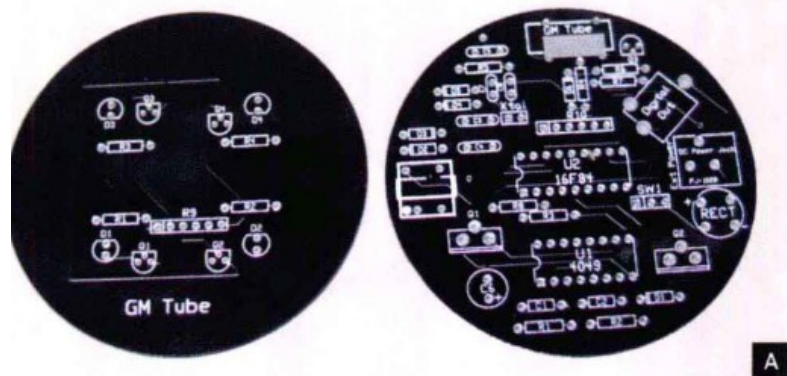
我做的测试灯是通过插在墙上的变压器供电的, 你也可以用9V电池做一个便携式的。或是做一个既可以从墙上取电又可以用电池供电的, 详见电路图注释。

电路制作

你可以用我提供的套件制作超能力测试灯, 套件中的电路板上印刷了各个元器件的安装位置和标号 (见图A)。也可以用2块面包板按照网上提供的电路图制作。两种方法都要安装2个不同的电路板: 一个安装LED灯、一个安装其他一切器件的主电路板 (见图B), 此外还需要连到LED灯的电阻和三极管的小板子 (见图C)。在测试时可以暂时把两块电路板连起来, 完全完工的两块电路板会挨得非常近, 测试完成后可能还需要把连线剪断。

在连线前需要制作盖革计数管的阴极, 可以用铜箔绕在盖革计数管的外面作为阴极 (见图D), 然后把铜箔焊到330k Ω 的接地电阻上。下面焊接安装单片机和反相器的插座, 对于可编程的单片机, 用插座是非常必要的。

安装完电路后, 从makezine.com/21/diyscience_esp下载HEX文件并用PIC烧录器把程序烧到单片机中。把烧录好程序的单片机插到插座中, 打开电源并观察: 一旦通电, 超能力测试灯就会开始自测程序: 依次点亮4个LED灯, 接着熄灭所有的LED灯, 一旦检测到射线后就点亮一个LED灯。如果电路工作正常, 那么就



图A 超能力灯项目套件的显示板和主电路板

图B 用面包板做的主电路板

图C 用面包板做的小的显示板

图D 焊上了铜箔的微型盖革计数管

图E 大塑料管上钻出插电源和数据通讯插头的孔

可以开始做盒子了。

盒子制作

在把超能力测试灯粘好之前，需要试试电路板能否插到盒子中。在套件中，小的环形片需要装到大管子中，用来撑住主电路板。在大管子上对应电路板电源插座和数据输出插头的位置做上标记，然后各钻一个3/8英寸的孔用来插电源插头和数据线。可以用插头隔着管壁插进电源插座试试孔的位置是否合适（见图E）。

用小锯子把中号的圆环锯3个60°的圆弧片，把3个圆环用做弧形隔片环绕在主电路板周围（见图F），然后把显示板叠在上面。

把两块电路板的连接线焊起来，注意需要把连线剪短并弯折到合适的位置。

用1/4英寸的钻头在每一个小立方体上钻半透的孔，用来装LED灯。套件中的小立方体是透明塑料的。我是先用砂纸然后用铁刷子把立方体和圆筒下部表面打毛，看起来具有雾化效果（见图G）。

现在可以用胶水了，用透明硅胶把小立方

体粘在显示板的LED灯上方（见图H），然后把用来支撑的小管子粘到大管子中，接着把电路板粘上。将3个弧形的隔片粘到大管子的内壁后再把显示板粘上，最后把透明塑料盖粘到管子上。至此，超能力探测灯就做好了。

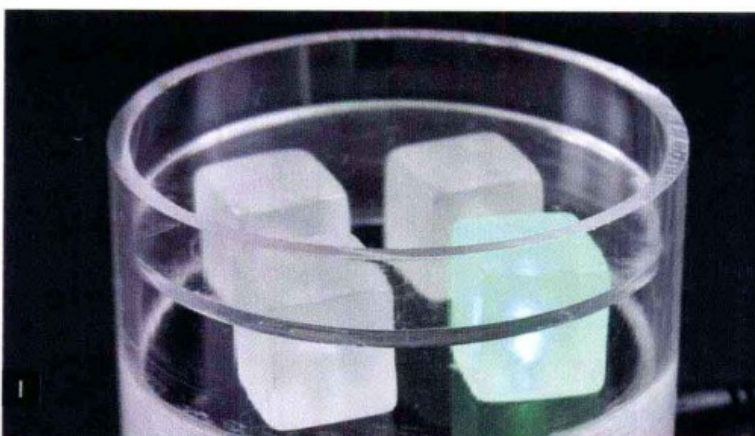
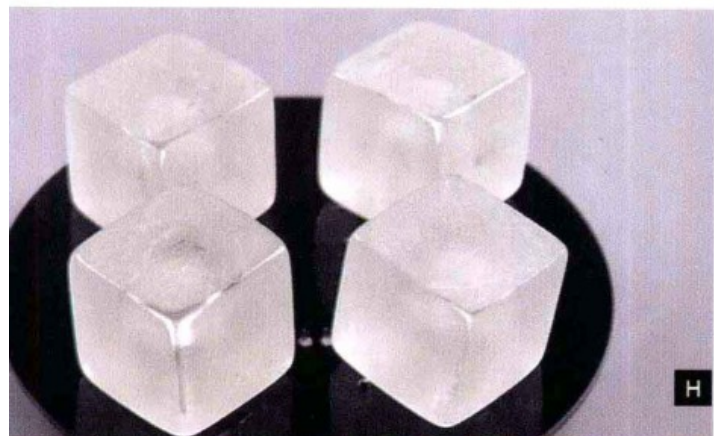
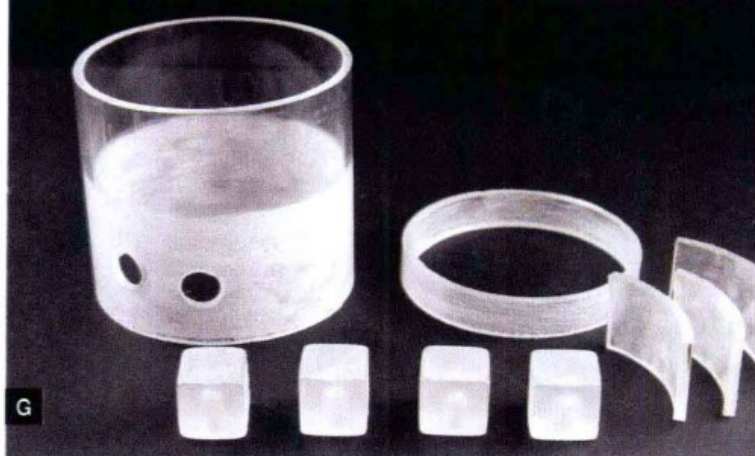
应用——射线探测和晚会游戏

真随机数在数据加密、统计学、概率、赌博、神经网络和混沌系统中非常有用。下面是一些超能力探测器的特殊应用。

情绪指示灯 这个制作什么时候点亮什么颜色的LED灯是不能预测的，你可以把它看作是一个社会情绪的指示灯，一个查看广袤宇宙的窗口。

放射性粒子探测器 太多的放射性粒子会导致LED灯快速的闪烁。基于这个原理，如果想要产生更多的随机数，你可以拿一个铀矿石靠近盖革计数管，这样就会使灯快速闪烁并输出更多的随机数。

预测测试 预计下一个点亮的指示灯的颜色并记下结果。例如，写下来下面60个依次点亮的LED灯的颜色，按照概率计算，在60个预测



图F 显示板的隔片安装在主电路板周围

图G 盒子各个片的切割、打毛、钻孔并预备安装

图H 用作“骰子”的小立方体粘在显示板的LED灯上

图I 是随机射线还是超能力发生作用了?

中，平均会猜对15个，但是如果猜对9~21（偏离平均值2个标准差）个数，那么这种结果不是显著的。如果猜到的数是大于21或低于9，可以认为是超常/超低的。

意念测试 选择某种颜色作为目标，用意识使劲的想你要的颜色并记录下面60个LED灯的颜色。作为预测测试，任何大于21或小于9的结果都表明意念起作用了。建议在聚会上大家一起玩，据说一群人的意念比个人的意念能力更强。

心灵感应测试 两个人坐在不同房间里面，意念发射者观察超能力测试灯并尝试把颜色发生改变时通过意念发送出去。意念接收者努力接收颜色状况信息并记录下颜色和时间。

超能力的电话机 把超能力灯作为魔术性的八球设备。给每个颜色赋予意义，比如：绿色回答“是”、红色代表“不是”等。问一个问题后等待下一个灯点亮。

全球意识信号 全球意识项目（见参考资料）分析随机数的显著偏差，他们报告说在戴安娜王妃葬礼那天出现了随机数显著偏差。超能力测试灯具有TTL输出，可以用个人计算机接收数据，通过软件可以分析随机数是否是一个

全球或当地的显著事件。

参考资料

下面三个研究网站使用统计工具和随机事件来评估人类思想的超常或超低事件的可能性：

» **超低可能性事件：**智力科学院（IONS）提供了一个在线的直觉测试游戏，psiarcade.com

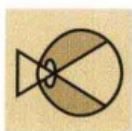
» **全球意识项目：**见本书英文版第9期第62页。noosphere.princeton.edu

» **国际意识研究实验室（ICRL）：**他们延续了普林斯顿工程超能力研究（PEAR）项目 icrl.org

约翰·洛文是一位科技和电子牛人，他出版了好几本书和文章，拥有一家小型科技公司（Images SI Inc.）。他和妻子以及两个孩子居住在纽约斯塔滕岛，他们养了一只名叫千禧的狗，最近刚收留了一只波斯猫。



慢拍快放



一个用来对缓慢变化的场景拍摄录像的设备，智能又便宜

金·莫菲

我们曾经看到过一些拍摄的缓慢变化场景的电影，看起来像是周围的世界变快了似的。当把变化缓慢得察觉不到的事物展现在我们眼前时会非常引人注目，比如开花的过程就是如此。

我正在拍摄一个变化过程非常缓慢的电影，包括天气和云彩的变化以及一年里面日出日落的过程。拍这个电影需要拍摄大量的图片，我需要不间断的拍摄并能够远程访问这个系统。这个系统既要便宜还不能牺牲图像质量。

下面是我的一个解决方案：我把一台积满灰尘的个人计算机重新安上Linux系统和gPhoto图像采集软件，并用USB连上我的400万像素佳能A520相机。相机装在一个临时但坚固的室外盒子中。这个系统可以按照一定周期连续采集图片并直接存到硬盘上，我可以远程登录这台计算机并控制

相机，还能把采集的图片编辑为电影格式。

1. 安装Linux

安装Linux需要删除掉计算机上的所有数据，你需要下载Ubuntu installer安装工具(ubuntu.com)，这个软件是免费的，或是从亚马逊上购买DVD光盘。这个安装工具会引导你一步一步完成整个安装过程，安装过程中需要选择各种应用包。

如果你想远程安全的登录计算机，你可以安装OpenSSH服务器软件，一个基于Web的服务器如Apache可以使你远程查看拍的图片，你也可以安装一些有用的脚本语言比如Python或Perl。

2. 安装其他软件

在Ubuntu上安装软件最方便的方法是用它的应用包管理系统，在安装gPhoto时，需要登录并

材料和工具

数码相机 免费的gPhoto软件能兼容几百种相机。可以在他们的网站上 (gphoto.org) 查查你的相机是否在兼容之列。甚至很老的数码相机都能拍出高质量的照片，一个4百万像素的相机分辨率超出了高清视频对分辨率的要求。

广角转换镜头 (可选) 我想在镜头里面拍到尽可能多的天空，因此我在网上花30美元买了一个广角镜头，这个镜头可以直接安装在原来的镜头外面，可以使拍摄角度增加一倍。

交流电源适配器 不要指望连到计算机USB口的数据线能给相机供电，我在网上找到了一个杂牌电源，这个电源刚好可以和我的相机匹配上。

个人计算机 最简单的只需要安装Linux和配套的gPhoto软件，因此对系统的要求不高。比如一台600MHz奔三计算机的能力就绰绰有余。

USB延长线 我花16美元买了两条USB延长线，两条线连起来数据可以达到60~80英尺 (厂家声称的)。

外壳 我用的是Hoffman (hoffmanonline.com) 的长宽高都是6英寸的铁盒子。零件号#A6R66NK。

拍照窗口玻璃 我在当地玻璃店买了一块5英寸见方的玻璃用作机壳的透明窗口。

开槽角铁 我买了2个6英寸长的开槽角铁用来装配机壳。要注意，每个人具体的安装方式可能会不同。

其他零部件 安装机壳时我们还需要几颗1/4-20的螺钉或螺栓、垫片、螺母和弹簧垫片。如果你需要安装一个压着开机按钮的片，你还需要一块弯折好的铝条，一个1英寸8号螺钉和几颗螺母。

电磨或合适的金属切割工具 为了改装机壳，我用到了电磨和钨钢切割片，你当然也可以用手上合适的工具。

防震硅胶

5分钟快干胶 (可选) 用来把螺钉粘在支架上 (见第4步)。

不间断电源, aka UPS (可选) 我希望在出现短时间临时停电时系统还能工作，因此我买了一个台式机用的便宜UPS。

软件 开源的gPhoto软件 (gphoto.org)，需要运行在Unix-Linux操作系统。我最喜欢Ubuntu (ubuntu.com)，有了这个软件安装Linux会很方便。如果你不想使用Linux环境，网上还有许多能在其他操作系统上使用的挺好的慢速场景拍摄软件。Windows下面可以使用共享软件GBTimagelapse (granitebaysoftware.com)，这个软件只能兼容佳能相机。

钳子和虎钳

输入如下命令：

```
sudo apt-get install gphoto2
```

同样，你可以安装FFmpeg (用来把照片转化为视频)，输入：

```
sudo apt-get install ffmpeg
```

如果想装一个视频播放器来欣赏刚刚做好的视频，可以在Linux中安装VLC：

```
sudo apt-get install VLC
```

也可以在系统上安装其他应用软件或是库文件，例如ImageMagick就可以用命令行工具来操作图像，Image::EXIF就是一个Perl模块，可以提取图片文件中的EXIF数据。

3. 测试相机

在把相机装到壳子之前需要检查一下是否和软件兼容。把相机用USB线连到计算机上，打开相机电源，然后登录Linux系统并输入：

```
gphoto2 --list-config
```

GPhoto软件会尝试自动检测相机，如果检测成功就输出相机配置参数清单。对于兼容的大多数相机，这个软件可以像手动操作相机那样对相机进行控制，例如设置相机的分辨率为最低：

```
gphoto2 --set-config imagsize=small
```

有的相机需要比较明确的识别出型号：

```
gphoto2 --camera "Canon PowerShot A520 (PTP mode)" --port usb: --list-config
```

在用佳能相机拍照前，需要用命令把镜头展开：

```
gphoto2 --set-config capture:on
```

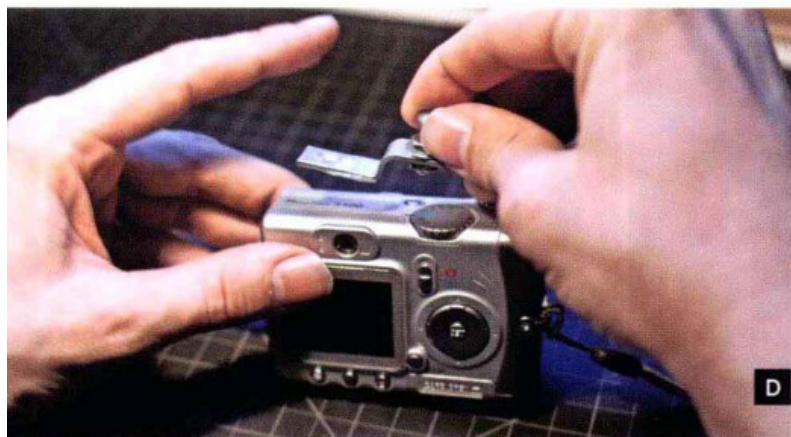
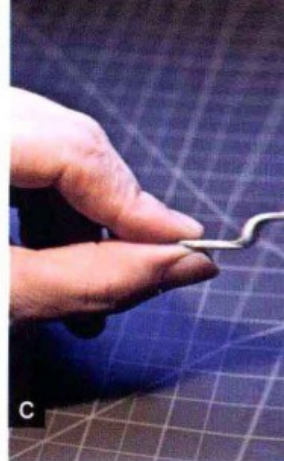
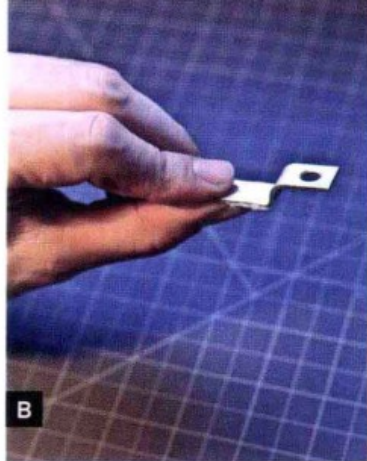
如果以每10秒采集3幅图像的间隔拍照，需要输入如下命令：

```
gphoto2 -F 3 -I 10 --capture-image-and-download
```

这个命令会拍3幅照片并保存到当前目录中：*capt0000.jpg*，*capt0001.jpg*和*capt0002.jpg*。如果有问题，可以查看gPhoto的帮助文件。

4. 解决相机开机问题

我在用佳能A520相机时发现一个问题：相机在瞬间断电后，恢复供电并不会使相机再次开机。幸运的是，我发现如果一直按着开机键接通电源就可以打开相机。为了实现一直按着开机



图A和图B 用钳子把3英寸长的铝片折弯

图C 用两个螺母把螺钉固定到支架上

图D 螺钉对准开机按钮，然后用5分钟快干胶把支架粘在相机上

图E 用手拧螺钉直到紧紧压着开机按钮

图F 把支架上方的螺母拧紧，固定好螺钉

键，我是用一个螺钉固定一个简单的支架压在开机键上。我是用3英寸铝片折弯做的支架（见图A、图B）。

把一颗螺母旋到8号螺钉的一半处，然后把螺钉插到支架的孔中，接着把另外一颗螺母从支架的另外一端拧进去（见图C）。把螺钉对准开机按钮，然后用5分钟快干胶把支架粘在相机上（见图D）。夹住支架和相机之间的螺母，手动调节螺钉使之压紧开机按钮（见图E）。

在调节螺钉时可能会感觉到有一点阻力，然后相机就开机了。要注意不能太紧，太紧可能会把相机弄坏了。最后把上面的螺母拧紧（见图F）。

开机按钮被压住后就不能手动操作相机，但是我们可以通过gPhoto软件远程操作相机。

5. 安装机壳的玻璃窗

把机壳的前面板去掉，切出一个4英寸见方的口，然后把玻璃用密封硅胶粘好（见图G和H）。

6. 组装并安装相机

相机三脚架安装孔是1/4-20的螺纹孔，我们

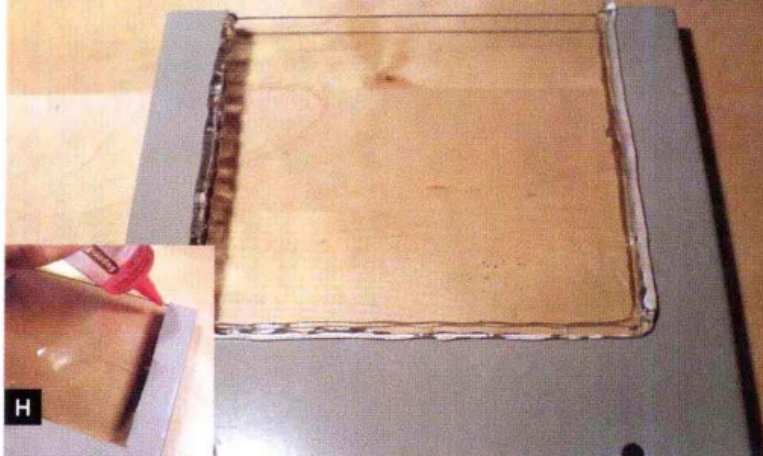
把一颗螺栓穿过安装架后拧到相机三脚架螺纹孔中。在固定到底板前需要使用一个螺母把大垫片压紧在相机底部。

我希望安装在机壳里面的相机能拍摄到更大的天空，先用钳子把L型支架折弯为45°，然后用1英寸长的1/4-20螺钉和一个大垫片把相机装在这个支架上，支架的另外一条腿安装在机壳的底板上。

如果你买的机壳有孔，可以用来走电源线和USB线。我是在底板靠前面板的地方开了一个槽用来走线，打开前面板就可以很容易布线（见图J）。

7. 总装

机壳外面安装完后，把计算机电源和电源延长线插到UPS上，接着把相机的电源和USB线通过窗户甩进房间。在通电前请确保压着开机按钮的螺钉没有松动，然后把电源插头插到相机上并固定好。室外的机壳（见图K）和布线的各个部件都需要注意防水，处理好防水后就可以把机壳安装到屋顶上了。



制作机壳：

图G 取下机壳的前面板，在面板上切一个4英寸见方的孔

图H 用密封胶把玻璃固定在前面板上

图I 用折弯的L型支架、垫片、螺母和螺栓固定相机

图J 在底板前方切一个槽用来走USB线

图K 调节螺钉确保相机电源是打开的，然后插入电源线并把电源线和相机固定好

8. 制作缓慢变化场景的电影！

把相机对准你感兴趣的目标。我们先试着每隔10秒拍一张照片，连续拍1小时。登录到Linux（或打开一个window界面），输入下面的命令：

```
gphoto2 -F 360 -I 10 -capture-image
```

当拍照完成后，你会发现当前目录里面全是照片文件，输入命令：

```
ffmpeg -f image2 -I capt%4d.jpg -sameq  
FistMovie.mpg
```

这个命令会把图片转换为MPEG格式的电影，要浏览电影，需要打开VLC：

```
Vlc FistMovie.mpg
```

如果每秒钟播放24幅图片，那么刚拍的电影可以放15秒钟。当然了，你可以录更长的电影。可以让gPhoto一直录下去，直到被人为的停止（按下Control-C）。可以简单的把-F设置为0：

```
gphoto2 -F 0 -I 10 -capture-mage
```

以上只是一些简单的应用。gPhoto和FFmpeg软件非常强大，可以用来制作连续几天、几个月甚至几年的缓慢变化场景电影。

参考资料：

» **CHDK**——升级某些佳能相机的固件：chdk.wikia.com

» **gPhoto**——基于Unix风格的库文件和应用软件：gphoto.org

» **GBTimelapse**——windows下使用的共享软件，只能用于佳能相机的：granitebaysoftware.com

» **iStioMotion**——苹果操作系统Mac下的共享软件：boinx.com/istopmotion

» **FFmpeg**——通用图像、音频和视频处理软件：ffmpeg.org

✚ 其他在线参考资源可以访问：makezine.com/21/diyimaging_timelapse。

✚ 从下面的链接可以下载肯·墨菲拍摄的持续一年的天空变化电影：murphylab.com/hsky。

肯·墨菲 (ken@blinkybug.com) 是住在旧金山的一位程序员、音乐家和制作狂人，眨眼昆虫的发明人。眨眼昆虫是一个简单的电子昆虫，能感知周围环境并眨它们的LED眼睛。



DIY

户外制作

户外要素知识



你认为你会点火吗？制作一个弓形钻用来钻木取火

温迪·特里梅因

2009年冬天，当我在纽约波刻夏山旅游时遇到了一群正在学习野外知识的女孩，她们正在飞鹿自然公园跟着自然学家迈克尔·阿普兰德学习。学习的内容包括：怎样用骨头制作工具、鉴别植物和昆虫、搭建住所、制作弹弓、蒸馏净化水以及不用火柴而是制作弓形钻用来钻木取火。

在3月里的一天，气温在零度以下，我和她们横穿一个结冰的湖泊。在穿越途中，冰面突然破裂的声音把我吓呆了，一位12岁的女孩回头告诉我冰面裂缝并不说明冰面的承受力会变弱。

随后，所有的女孩都出人意料的趴下，展开四肢向前爬，这样可以把身体的重量分散到冰面上。她们爬到水边上去摘长在水里的香蒲花——这是她们这次探险的战利品。

在采摘了香蒲花后，这支队伍整齐的返回到她们前一天搭建的堡垒里。

材料和工具

树枝
绳子
小刀
手锯（可选）

在堡垒中有一些用来点火的火绒，一个弓形钻和半人高的冰墙。冰墙围着一个先前点燃的火塘。在这儿没有火柴，却能马上让大家烤上火。

我从森林里面出来后简直是精疲力竭了，而女孩们在太阳下山前还要去完成大量的工作。下面我把她们DIY的精华拿来分享给大家。

译者注：古希腊哲学把自然力分为四大要素：土、水、气和火。



图A 收集木材、绳子和小刀

图B 把转轴两端削成半圆头

图C 在握把上削一个坑，用来顶住转轴

图D 把一根粗绳子系在弓的两端

图E 正在钻木头（右视图）：左脚踩着发火板，右膝盖跪在地上，右手握着弓，左臂绕过左膝

图F和G 在发火板上钻一个烧焦的坑，切一个V型豁口，再次钻直到得到发红的木炭。点火！

制作一个钻木取火工具

一个钻木取火工具有4个部分：弓、转轴、发火板和把手。

1. 选择并加工木头

对于转轴，可以选择大拇指关节粗细的光滑平直木棍，8英寸长即可。削掉木皮并削成圆形（见图B），两头削成半球头。

对于把手，可以找一个5英寸长的木板（宽度方向稍微窄点），一面是半圆的便于握持。在平的一面用刀削出一个用来压住转轴的凹坑，以凹坑中心到边沿是45°（见图C）。

2. 制作弓

折一根中指粗细，比手臂长几英寸的新鲜树枝做弓。取一根比鞋带粗点，比弓长5英寸的绳子，把绳子系在做弓的树枝两端（见图D）。

钻木取火

1. 在取火板上钻一个坑

把弓弦绕在转轴上，转轴的一端压在发火板上，另外一端顶在握把的凹坑里面。用力把转轴压在发火板上，然后前后拉动弓使转轴正反转（见图E），接着加速拉动弓直到转轴头在发火

板上烧出一个坑后才停下来，这时会看到许多烧黑的木屑。

2. 在发火板上刻一个豁口

从发火板上烧出的坑的中心开始切一个V型豁口直达边缘。如果刚才钻的孔靠近发火板边缘，切这个小孔就很轻松了（在图G中可以看到V型豁口）。

3. 旋转摩擦出发红的炭

把发火板放在一个可以收集到黑色木屑的平面上，转动转轴时可以磨出些热的灰或木炭。转轴高速转动时可以看到冒烟和红色火光（见图F）。一旦木屑的温度达到800°F，就能磨出烧红的木炭（见图G），烧红的木炭可以用来引燃火绒或其他引火的东西从而点燃熊熊大火。

译者注：Swap-O-Rama-Rama是一个衣服交换和利用旧衣服创造性的重新DIY的场所。

温迪·垂梅思是一位纪录片制片人、概念派艺术家，也是瑜伽教师。它创造了Swap-O-Rama-Rama消费模式。gaiatreehouse.com

摄影：杰茜卡·里德（图E、图F、图G）



组合式造雪枪



只花90美元用“气枪”制作造雪枪

史蒂芬·莱蒙斯

在你居住的地方很少下雪吗？别担心，如果天气比较冷，你可以用自己做的造雪枪造雪来营造一个白雪皑皑的院子。制作造雪枪需要的零部件有的可以在当地五金商店买到。需要几个质量比较好的喷雾嘴，连接高压水枪的转换头和一个空气压缩机。

这个造雪枪是根据snowguns.com上找到的一个内部混合“组合式”原理设计的。在造雪枪内部有两个设计非常巧妙的喷嘴把压缩空气和水混合后喷出。只需要用生胶带把螺纹缠好，接着把它们拧在一起即可，连接好的组件图见下页。

回忆一下高中学过的化学知识你就会明白造雪原理：颗粒越小，其表面积相对于体积来说就越大。这样的水珠就更容易结冰，晶核喷嘴就用来完成使水结冰的工作：它把水喷出变成非常小的水珠，使之变成晶核或围绕着小水滴中间的杂

质快速凝结成冰，这样就产生了喷射而出的微细的冰雾。

冰雾随后穿过从两个大喷嘴喷出的水雾（造雪所需要的大量的水来自水雾），水雾遇到作为晶核的冰雾后就凝结然后落下，这就造出了松软的雪花。

喷嘴知识

喷嘴是制造雪枪最重要的部分，需要购买。为了制作造雪效率高的造雪枪，我们需要匹配晶核喷嘴和大喷嘴，还要匹配空气压缩机和高压水枪的特性。

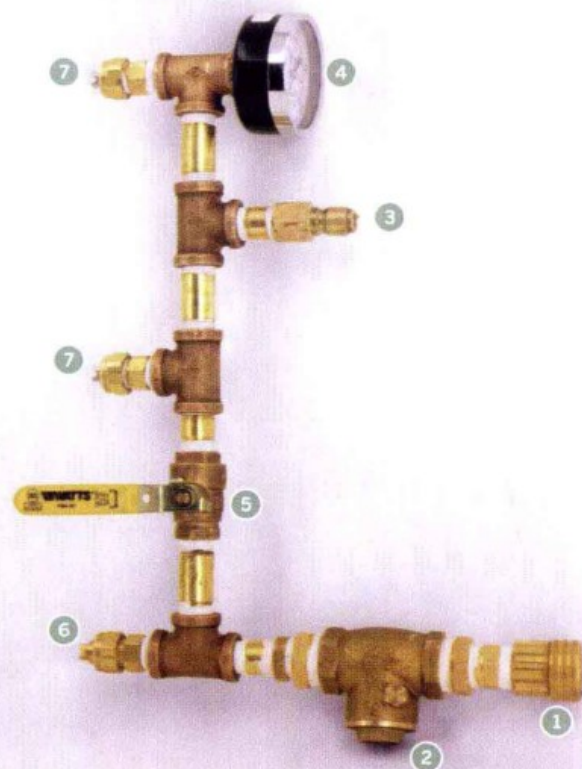
Teejet是一个比较好的牌子，他们生产的用于农业的喷嘴用来造雪非常棒。Teejet的喷嘴大小是用标在喷嘴表面的4或5位数字表示，其中前面2~3位数字表示喷射角度，后两位数表示的是

材料

3/8英寸IPS (5/8英寸外径) 铜T型三通 (4个)
 3/8英寸IPS球阀
 3/8英寸IPS铜管1.5英寸3段, 2英寸 3段, 也可以用其他长度, 但是在晶核成型喷嘴和大喷嘴之间至少要有4英寸的距离。
 铜喷头, 平面喷雾80° 1个, 50° 或60° 2个。Teejet喷洒系统零件号#TP8010和#TP5004或#TP6504。这些都可以从农业设备经销商那儿买到或从teejet.com上可以查询到其分销商。
 3/8英寸喷杆3个和喷嘴帽3个。TeeJet型号3/8TT, 零件号#CP1324和#CP1325
 3/8英寸IPS管道软管转换头。用于空气管。
 3/8英寸铜质转换头。用于转接水管, 可以用1/4英寸或3/8英寸快接头或螺纹接头。
 1000psi 压力表 (推荐)
 3/8英寸铜堵头 (如果没有用压力表才需要)
 止回阀3/8英寸 IPS螺纹 (如果能买到)。我用的是3/4英寸检修阀连接两个3/8英寸缩径转换头。
 浇花园用的软管用作空气管
 高压水管就是那种高压水枪配的软管
 高压水枪和水泵, 要能提供至少300psi的压力
 油冷空气压缩机在40psi压力下每分钟能够提供6立方压缩空气。

工具

管道扳手
 生胶带
 室外温湿度表



装配: 空气管道使用了花园输水管件①来减少冻结, 还用了单向阀②来保护压缩机; 适于高压输水的输水管件③; 用于计量全局压力的测量仪器④; 使增压水与空气混合的球形阀⑤及其雾化喷嘴⑥; 球形阀至少离大流量水喷嘴⑦4英寸远。

在40磅每平方英寸的压力下 (psi) 以加仑表示的每小时的流量 (gph)。例如: 喷嘴8005表示喷射角度为80°, 在40psi压力下流量为0.5gph。

大喷嘴和晶核成型喷嘴需要匹配, 匹配的关键是要使晶核喷雾完全冲入大喷雾中, 否则大喷雾的周边就会是湿的 (边缘没有雪, 只有水)。如果晶核的喷雾过多, 效率又会太低。

下面有几个匹配较好的喷嘴角度: 40° 大喷嘴配60° 晶核成型喷嘴, 或50° 大喷嘴和80° 晶核成型喷嘴。(我用的是65°/80° 匹配, 这是因为我手中刚好有这两种喷嘴)。

在makezine.com/21/diyoutdoors_snowgun可以查到各种压力下的各种流量的喷嘴清单。

管子和压力

这个造雪枪使用的是内径3/8英寸的家用管

子, 我用的是浇水软管作为空气管道, 这是因为快接头容易被冻上。水管用的是高压软管, 可以用快接头或特殊的转接头。

管子材料是需要考虑的另外一个要素。常用的镀锌管额定压力是150~300psi, 可以用到接近600psi, 但是一旦超过700psi, 管子爆裂的风险就会大大增加。铜管更好些, 额定压力可以达到125~400psi。最安全的是不锈钢管, 额定压力可以达到3000psi, 但我想大家不会想花15美元去买一个3/8英寸的不锈钢T型转换器。

为了控制造雪枪的压力大小, 可以装一个读数能到1000psi的压力表。我的铜质造雪枪造雪时压力为450~700psi, 时刻记住: 压力越高, 喷嘴、管子和泵的磨损越快, 超出额定值就会有风险。

空气管用的是一个浇水软管转换头①以减小

被冻上的风险，一个止回阀②可以保护压缩机。水管转换头③尺寸取决于你的高压软管。压力表④会显示所有的压力值。球阀⑤用来调节混合到晶核成型喷嘴⑥空气中的水的压力。晶核成型喷嘴离大喷嘴⑦至少要有4英寸的距离。

译者注：IPS是铁质水管系统的缩写，指的是现在通用的英制铁水管尺寸规格系列。

安装在中间的球阀用来调节输送到晶核成型喷嘴的水压，这个阀门需要反复调节使匹配达到最佳效果。如果水压太高，只会得到一片薄雾和一点点雪，如果水压太低，会产生大水滴，大水滴在遇到大喷雾前不会结成冰，这样造出来的雪会非常湿。

空气压缩机和高压水枪

造雪枪运行需要的40~70psi压力来自空气压缩机。强烈推荐买那种带油润滑的压缩机，这种压缩机可以连续工作几个小时不出问题。好的压缩机每分钟可以输出6立方英尺的40psi压缩空气。

一个好的高压水枪每分钟可以输出2加仑450psi压力的水。

造雪啦

并不一定要等气温变到32°F以下才能造雪——只需要湿球温度计（makezine.com/go/wetbulb）显示的温度为零下就可以造雪。湿球温度计的读数考虑进去了当地相对湿度。比如在95%的相对湿度下，气温在27°F或更冷才能造雪；而在10%相对湿度下气温为39°F就可以造雪了。

首先关上球阀，这样才不会让水冲到压缩机。打开供水阀门——但不是打开高压水枪的加压装置或水泵——确保水能从大喷嘴流出。确认高压水枪里流出的水中没有冰，冰块可能会损坏水泵或伤到人。打开空气压缩机电源，使压力慢慢上升到40psi或更高。现在把球阀打开一点点，这时从晶核成型喷嘴会喷出非常细的雾。检查一下空气压缩机并让压力升到60psi以上。下面就可以造雪了。

伸出胳膊，把袖子放在喷出的雾前面，这样可以检查雪花的质量，雪花碰到衣袖后应该弹落到地上。要定期检查晶核成型喷嘴是否被冻上，如果冻上了，可以把阀门打开大点来解冻。

把造雪枪抬高点可以使雪花在落到地面前有更多的时间凝结。可以用梯子也可用木头或PVC

管做一个架子来架高造雪枪。

造雪能力和注意事项

我猜你会有一个疑问：我做的这个东西能造多少雪？答案是取决于你用了多少水，而水量的多少又取决于水压和空气压力。从造雪枪喷出的水越多，造的雪就越多，以每分钟2加仑的流量每小时可以造2~5英寸厚的雪。下面是一些建议：

1. 不要把喷嘴迎着风造雪，这样会把喷嘴冻上。顺风造雪会使喷嘴寿命更长。
2. 在造雪枪和空气压缩机之间安装一个止回阀，这样可以防止水回流到空气压缩机。
3. 空气压缩机噪音很大，如果想整夜造雪或一大早起来就造雪，要考虑不要扰邻。
4. 造雪枪漏气时会有嘶嘶的声音，要告诉你的邻居不要害怕。
5. 在室外很冷，特别是接触水和金属管道时更冷，应该在造雪时穿厚点的衣服，戴上好点的防水手套。
6. 不要把有水的水管放到外面，水管会被冻裂的，应该收到屋子里面。如果真的冻上了，可以把水管放到有热水的浴缸里面解冻。
7. 最后，好好玩雪吧！

在这里要特别感谢snowguns.com网站，本文的大部分信息都来自这个网站。

史蒂芬·勒莫司是芝加哥科技大学的机械工程系学生，一直醉心于奇异的喷泉。他曾经是本书英文版杂志社的实习生，现在仍旧和我们分享他感兴趣的事物。



小技巧：怎样搅拌环氧树脂才没有气泡
要避免在搅拌中带入大量的气泡，在混合少量的环氧树脂时用一个弯曲的调色刀就可以做到。可以上下搅动和环绕着搅动，但不能让弯曲部分冒出树脂表面，这样就能搅拌出没有气泡的环氧树脂。

——弗兰克·福特，frets.com/homeshoptech，

从makezine.com/tnt可以找到更多的小技巧

DIY

家庭制作



葫芦灯笼



在硬壳葫芦上钻孔，形成漂亮的图案，然后让灯光穿透小孔

戴安娜·基里兰德

硬壳葫芦有时候也叫炮弹葫芦，是人类历史上人工种植的第一种植物。人们在秋天里把葫芦从藤上摘下来，几个月后葫芦就自然风干了。里外干透了的葫芦会形成一个用简单的工具就能加工的木质壳。

在世界各地的不同文化中，有的把葫芦加工成容器，有的把葫芦作为乐器。下面我将把葫芦打造成节日里摆在室外的灯笼，方法是在硬壳葫芦上钻孔，形成漂亮的图案，然后让灯光穿透小孔即可。

注意：这个制作项目它的过程有点脏，但我们可以把它做成一个漂亮的室外摆设。

1. 清洗葫芦

硬壳葫芦在风干的过程中会形成一层又脏

材料

硬壳葫芦一个挺好的网上资源：

welburngourdfarm.com。

一桶水

硬的海绵

报纸

医用外科口罩

铅笔

小水果刀

南瓜雕刻工具包 yankeeharvest.com

手电钻和各种钻头

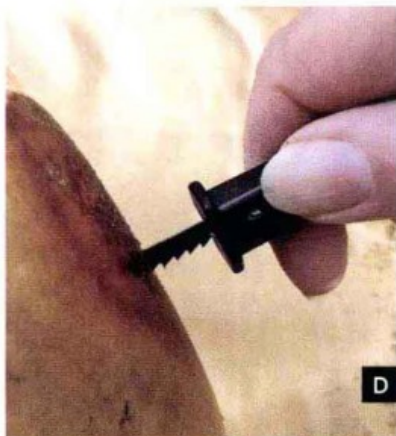
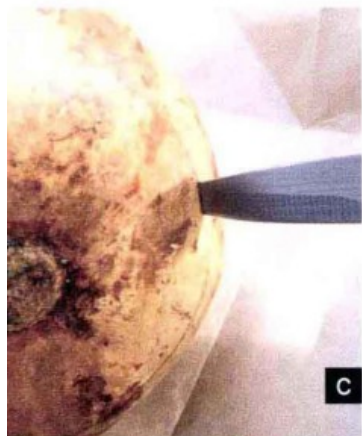
大勺子

润滑油（可选）

一串圣诞彩灯（25~50只）

又硬的黑斑，你可以买清洗干净的葫芦，但买这种没有清洗的葫芦自己清洗要省不少钱。

摄影：戴安娜·基里兰德



图A 清洗前先把葫芦泡在水里

图B 用硬海绵擦洗掉葫芦表面的脏东西

图C 用水果刀在葫芦壳上钻一个孔

图D 用南瓜雕刻锯在葫芦底部锯一个直径6英寸的洞。锯的时候要用靠近把手的锯齿。这样才更稳定和安全

图E 把籽和葫芦瓢清除掉。葫芦的籽是瘪的，用来做种子恐怕不行

首先把葫芦放在水里泡上10分钟（见图A），葫芦在水里会漂起来，需要经常翻动葫芦使表面都浸湿。接着用一个硬海绵以中等压力擦洗脏点，如果有的地方太脏了不容易清洗，可以泡得再久点。有的葫芦带把，用同样的方法也可以擦洗掉把上的脏点。

把清洗后的葫芦放在一边风干。

注意：葫芦在清洗后仍然会有一些自然的污点。

2. 在葫芦上切个洞

在工作台上铺上报纸，用铅笔在葫芦底部画一个直径6英寸的圆圈。切的时候要沿着铅笔线切，注意要把葫芦放在平稳的工作台上。

先用水果刀在葫芦壳上钻一个小洞，钻洞时要小心的前后掰动刀片直到穿过葫芦壳（见图C）。

把南瓜雕刻锯插进小洞中，沿着铅笔画的圆圈锯。锯的时候要用靠近把手的那部分锯齿，这样才不会把锯条弄弯。

注意：有的人对葫芦瓢灰尘过敏，如果你也过敏，那么下一步需要到室外操作并戴上医用外科口罩。

3. 清除葫芦内部

去掉底部的壳后把内部的种子和干了的瓢都倒出来（见图E）。不同的葫芦内部各不相同：有的葫芦内部没有什么东西，而有的葫芦内壁上付着一层很厚的干瓢（见图F）。如果干瓢太厚，需要用大勺子尽可能的刮除掉，然后扔掉种子和瓢。

4. 画一些外形线

在葫芦外壳上用铅笔画一些图案，你可以用一个模板或是徒手画。这些铅笔线将作为钻孔的位置，钻好孔后，很容易擦掉铅笔线。

5. 钻孔或切出你的设计

在葫芦壳上可以用南瓜雕刻锯切出想要的图案，我用的是电钻。用不同尺寸的钻头可以在葫芦上用孔组成各种图案。

钻孔时电钻要垂直于葫芦表面，然后用中等的力就能钻透葫芦壳（见图G）。孔与孔的间



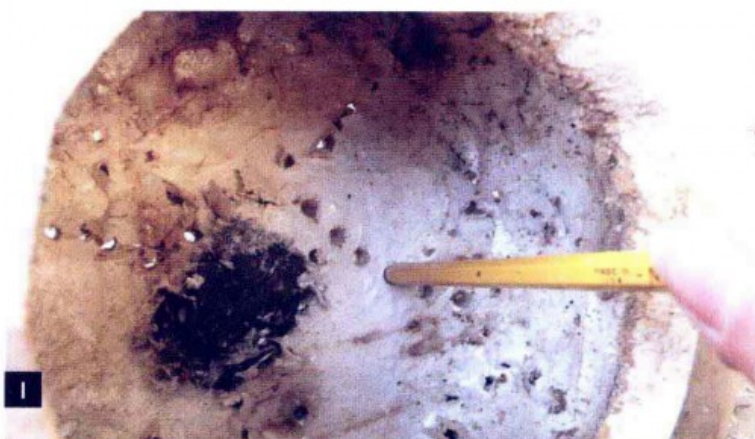
F



G



H



I

图F 不同的葫芦内部各不相同：有的壳很薄，有的内部有一层很厚的干瓢

图G 在葫芦壳上钻孔要非常小心，手要远离钻头。可以更换不同直径的钻头来钻不同的图案

图H 用橡皮把葫芦表面的铅笔线擦掉

图I 从内部戳一下钻的孔，把堵在里面的瓜瓢剔掉

距要大于1/4英寸，否则可能会钻裂葫芦壳。通过更换不同大小的钻头还可以钻出形状不同的图案。

警告：在钻孔时要非常小心，葫芦壳表面是曲面，钻头容易打滑而伤人，要把葫芦固定在工作台上，钻孔时手要远离钻头。钻到葫芦的疤痕时更要小心，因为疤痕非常硬，钻头更容易打滑。

6. 擦掉铅笔线

在葫芦上钻好孔后，用橡皮把铅笔线擦掉（见图H）。

从葫芦内部检查刚才钻的孔，有时候会发现葫芦瓢堵住了孔，可以用铅笔或竹签从内部把堵住孔的瓢剔掉（见图I）。

7. 完成葫芦灯笼

到此可以算完工了，你还可以用一块软布在葫芦表面擦上一些矿物油。油会使葫芦表面发亮还可以防止葫芦受潮。

你也可以用自喷漆把葫芦表面喷上漆，这样更能保护葫芦，但是我认为喷过漆的葫芦看起来失去了天然的感觉。

8. 点亮它

最重要的是千万不要在葫芦里面放蜡烛！葫芦内壁很容易被点燃！

可以把一串圣诞彩灯放在葫芦里面——彩灯不会掉出来——也可以用LED小灯笼。

戴安娜·吉尔兰创建了CraftyPod网站 (craftypod.com)，这是一个关于填充式浇筑制作的博客和播客。



用塑料袋避免漆桶打不开

家里用过的油漆、胶水或类似材料放一段时间后就打不开了，其实只需要在盖子下垫一层塑料袋然后再盖紧。有了塑料袋后盖子就不会被粘住了，任何时候都很容易打开。

——弗兰克·福特，frets.com/homeshoptech，

从makezine.com/tnt可以找到更多的小技巧



DIY

家庭制作

更好的皮革制品



用木烫技术来修饰皮革

贝茨·怀特

在大学学习时装设计的时候，老师安排我们用皮革和小山羊皮做一件衣服。用动物皮做衣服具有很大的挑战性：你买不到一块完好的大皮革，只能隐藏、巧妙的把洞补成花瓣还不能烫平。我当时的点子是把平整的牛皮做得看起来象是“编织”的。

那时我刚好突发灵感，于是用手上的木烫工具在皮革上烙出设计图案。木烫也叫烫画，是用焊接电烙铁在木材表面上烫出线条来绘画。

最近我又想试试这个技术，这次是用在一个皮包上。在硬皮或软皮革上用烫画工艺可以使皮带、钱包到鞋子的任何皮制品具有很强的个性化特点。更换不同的电烙铁头可以绘出不同粗细的线条或者用传统的绘画技巧绘出阴影、十字晕和点。你将发现这个方法可以绘制

如此之多的东西，然后会非常痴迷这个烫画艺术。



小心：烫画工具非常烫，不要随意放置一边，在离开时一定要拔掉插头。工作场所一定要整洁，在附近放一碗冰水，一旦烫伤了就赶紧把手指放到水里。

1. 选择一些天然的皮革

选择一个钱包或其他可以烫画的皮制品，可以先买一些二手的或自己用过的皮制品。要记住，最好采用植物原料鞣制的软皮或没有表面处理过的天然皮革。较淡的颜色可以烫出对比度更高更容易被看出来的图案。

2. 画出你的灵感

画出能表现你个性的无论是随便涂的线还是用阴影表现的三维图案，稍后你会把这些线条烫出来。自然有序的线条比精确的线条和几何图案烫起来更为顺手。

选定要烫的图案后，先用简单几笔画在描图纸上，然后把描图纸覆在皮包上来找出最合适的图案。

3. 预先勾画

内部空的物品如背包和钱包在勾画前应该在里面填满纸张或衣物，使表面平整才能更好的操作。

现在简单的把设计图勾画在皮制品上，可以用一颗大头针在表面轻轻的刮出图案（见图A）。如果是在硬皮革上勾画，可以用粉笔，我用的是裁缝用的那种画粉。预先勾画一些线条可以防止开始烫画后出现差错。

4. 做够练习工作

给电烙铁插上电源使它变烫，先在废弃的小块皮革上找找烫画的感觉（见图B）。如果没有小块皮革，也可以用不要的皮鞋做测试。软皮和硬皮革对电烙铁的反应各不相同，颜色淡的和颜色深的也会有所不同。还要试试配套的不同大小形状的烙铁头，从中找出一个适合你绘制的图案。

完成练习后，先用烙铁在你要烫画的皮制品不引人注意的区域烫那些较小的图案，比如接缝的地方或皮带内侧。如果你觉得差不多了再开始下一步。

5. 开始烫画

开始时慢慢地烫出一些基本的线条和元素（见图C）。然后逐渐把线条加粗并增加细节。烫画过程中手要放松，把姿势调整到最适合烫画的状态，手腕支在被烫的皮具上可以使握烙铁的手更加稳定。

6. 完成作品和保护

当你完成一个作品后记得拔掉插头再炫耀你的杰作。可以保留当前的烫画状态也可以抹上皮革油保护你的作品不受潮。

贝兹·怀特是地毯循环制作法的设计者和《暖和的绒毛》、《缝上环保》的作者。betzwhite.com。

材料

皮具比如钱包或皮带，不能是人造革的
木烫画工具可以在工艺品商店或木艺商店（woodcraft.com，rockter.com）买到各种类型和价格的烙铁。我花了不到20美元就买到了一把带可换烙铁头的基本型烙铁。增强功能带调温的可能要花40美元才能买到，见tandyleatherfactory.com。

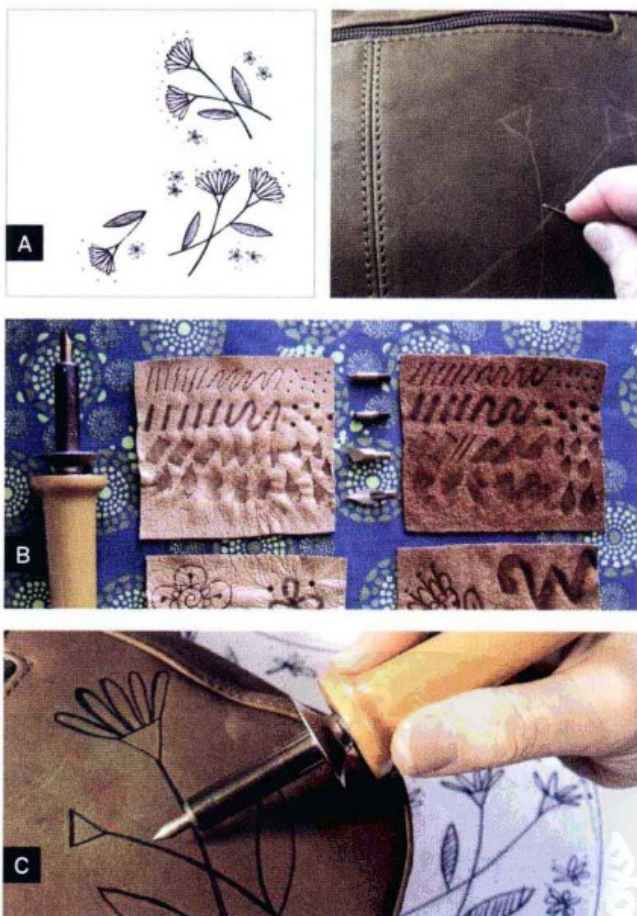
描图纸

废纸或布料 用来填充钱包使之结实

大头针或笔式画粉 用来在皮具上简单勾画出图案
用来练手的小块皮革（brettunsivillage.com）

防潮皮革油（可选）用来保护烫画

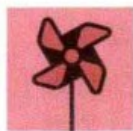
设计图在纸上画出一些你喜欢的图案草图或用我的花草图案，参见makezine.com/21/diyhome_leather。



图A 先在纸上画出图案，然后简单的勾画到皮具上
图B 实践、实践再实践。在小块皮革上用烙铁反复实践，找到烫画的感觉。试试不同的烙铁头和不同的皮革
图C 手要保持放松，接着慢慢的烫画，然后逐渐把线条加粗



SCRATCH软件介绍



制作你自己的游戏和动画，免费又简单

杰里米·克福斯

大型电视游戏公司每年都会推出卖得最好的游戏，但对于我们来说，把独特的游戏点子变成真正的游戏会是不可想象的困难。

制作一个最简单的游戏功能都要写上万行程序代码。幸运的是，麻省理工学院的多媒体实验室最近发布了一款免费软件：Scratch (scratch.mit.edu)，这款软件可以让小孩们用简单的拖放界面和一些简单的编程就能创造出自己的游戏或交互式故事。

下载、安装然后打开Scratch，很快你就将会创作像超级玛丽似的“左右移动”类型的游戏。这种游戏中的角色会从左到右移动并越过障碍。你也可以像动画片那样用对话气球设计角色之间的通信。用Scratch制作动画和游戏没有什么区别，都是用程序来实现。

Scratch是怎么工作的？

从软件层面来说，Scratch是一个目标导向、事件驱动的可视化编程环境。下面分别解释一下这几个术语。

目标导向的意思是你把表示角色动作的脚本放到一起来设计游戏中的角色（每个小精灵），在运行游戏时，小精灵们就会各自独立地做他们自己的事。小精灵用叫做“广播”的方式把代码信息传送出去，从而相互之间产生影响。

事件驱动的意思是给每一个小精灵组合的各个动作脚本只会是一些特定的事情发生后才会运行并响应，比如玩家点了一下小精灵或按了键盘的某个键甚至或是其他精灵发出了一个信息。

可视化编程环境是指屏幕上的各个方块代表着程序的基本单元，把一些方块拖放到一起就把一系列的命令组装在一起了。方块用颜色和形状区分，因此只有符合编程语法的块才能放到一起：触发事件看起来像是文件夹索引条，下一层次的步骤就像是拼图块一样拼在一起。数字放在圆洞里面，文本放在方形文本框中，条件放在看起来像是一个流程图判断点的菱形中。

熟悉界面

Scratch的主界面（见图A）有三列：

1. 程序模块位于最左边，分属于各种类型的菜单。

2. 中间一列是用来把模块打包为小精灵活动脚本的地方。上方的索引条可用来定制小精灵的造型和发出的声音。你可用从软件带的动画、事物和人物库中选择造型（见图B），也可以用画板绘制自己的图案。为了简单，可以从音效库中选择声音或是按下录音按钮来录制自己的声音。

3. 最右边一列是一个舞台，用来播放游戏的动作。当你首次打开Scratch时，舞台是一个白色方框，里面有一个软件自带的橘黄色小猫。点右上方的红色或绿色按钮可以运行或停止游戏。

舞台下方可以看到你的游戏中所有小精灵的图标。这个窗口用来管理游戏中的角色、创建新的角色或选择一个角色进行修改。还有一个舞台自身的小图标，舞台作为一个特殊的角色存在，你可以控制它的出现或修改背景，但是舞台不能像其他小精灵那样四处移动。

让小猫走

为了介绍一下Scratch软件的编程技巧，下面介绍用箭头让小猫移动的方法。开始编程时，首先打开左边的控制程序块并把第一个块，“当（绿旗）被点击”拖到“如果”脚本窗口，这个模块会在游戏开始运行时命令程序运行这个脚本。

控制索引条包含了触发脚本和决定模块运行流程的块，比如“重复执行”和“如果”。把“重复执行”模块放在绿色旗块下面，这样会设置一个无休止的响应监控循环。下一步把4

个“如果”模块拖到“重复执行”循环，我们要用这些模块检测4个不同的箭头。

点击“侦测”索引条，把一个“按键（空格键）是否按下”模块拖进一个“如果”模块槽中。在这个游戏中，我们想知道是否按下箭头键而不是空格键。点击模块中的方框，把空格键修改为一个箭头按键。同样把其他3个“如果”块都改为检测其他的箭头键。

在动作条目下面，把“将X坐标增加”模块拖入到一个检测左右箭头的“如果”块中，再把一个“将Y坐标增加”放到检测上下按键的“如果”块中。在左和下按键的“如果”块中在10前面加一个负号（—）来改正运动方向。

完成的游戏程序界面见图D。点击绿色旗帜运行游戏后，你就可用手按箭头键来让小猫在屏幕上移动。当按下箭头后，你在“重复执行”循环的“如果”状态栏也可以看到其状态值为真。运动模块会相应调整小猫的位置。

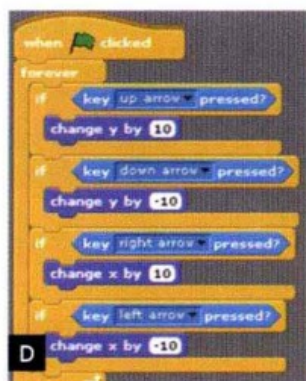
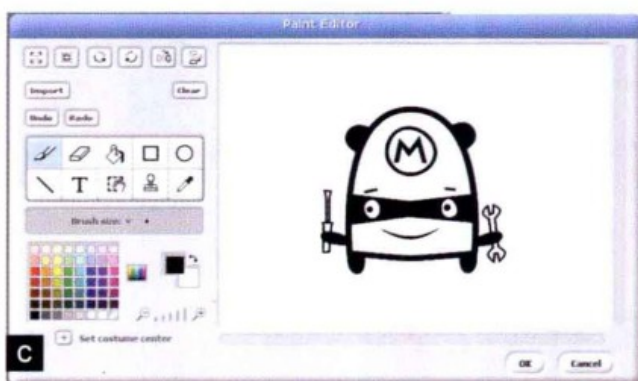
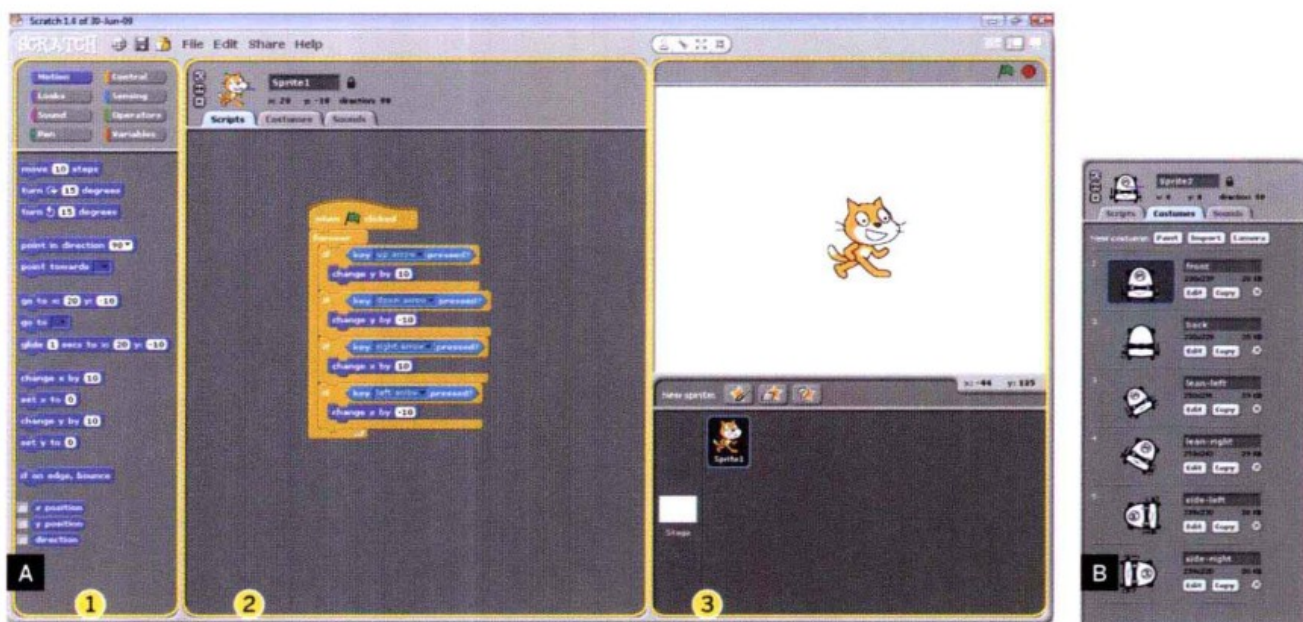
增加复杂的动作

前面所述的小游戏很简单，但复杂的游戏又很难调试。Scratch带有一个单步调试模式，在运行时可以一个一个点亮运行的模块。点编辑菜单选择“开始单步执行”可以打开这个功能。

要扩展游戏程序，你可以在当前的脚本上增加模块或开始新的脚本。进入控制目录拖一个新的“当”模块，这个操作可以创建并行运行的不同脚本，可以允许你把多个动作功能分开，例如：开火和跳跃。

除了控制、探测和运动模块外，软件还有其他种类的模块：变量模块可以让你使用全局变量来存储诸如速度或生命值或剩余子弹数量；操作模块可以完成简单的数值计算、逻辑和文本处理功能；钢笔模块可以使小精灵画线；查看模块可以控制小精灵的装束、对话气球和其他外表方面的参数。

也可以用“造型”来创建一个移动的小精灵。点击“造型”索引条，你可以看到橘黄色小猫有两个不同的形状，在脚本中使用外观模块使小猫变换形状，这样看起来就像是在走动。时间在这一步很重要：为了避免变换太快导致图像发虚，需要在每一个形状模块后面放



图A Scratch软件的主界面有三个列（通过黄色分隔线区分）
图B Costumes可以使小精灵改变形状
图C 画板编辑界面可以让你画图或改变形状
图D 这个简单的脚本可以使玩家通过操作4个箭头键移动小精灵

一个wait控制模块。可以用“造型”功能来设置一个保护功能，使小精灵在某一个键按下后能穿上防护装备。

在游戏中有大量的音效和音乐，用Scratch可以很方便地添加这些元素。“声音”模块可以使脚本播放或修改音乐，利用位于脚本区域上方的“声音”索引条可以导入你自己的录音。

参考资源和虚拟社区

Scratch有非常好的帮助文件，见info.scratch.mit.edu/support。在帮助文件中可以找到一个“怎样起步”的文件和一个列了所有模块的参考索引文件。有了这些资源后，你制作自己的游戏就会毫无困难。如果你想从别人的点子中得到一些灵感，可以在Scratch网站上在线浏览或播放超过500,000个以上的游戏和动画。要看看别人用Scratch做了什么，可以去scratch.mit.edu/channel/recent查看。

Scratch虚拟社区可以让你和别人分享项目和经验，在scratch.mit.edu/signup可以加入社区。简单的点击Scratch窗口顶上的share并选择“share this program online”就可以很方便的把你的项目放到网上。如果你喜欢别人的一些项目，你可以下载并按自己的意思修改，这是一个非常好的学习方法。如果你从别人的项目中获得了灵感（或代码），你应该给别人加上信誉值。

如果别人想直接播放你的Scratch游戏，需要在他们的计算机上安装Scratch软件。也可以把Scratch项目转换为.exe可执行文件，这样就可以在任何windows系统的机器上玩了。

+ 访问makezine.com/21/diykids_scratch可以找到Scratch资源的链接。

杰里米·卡尔福斯是一位高中学生，他喜欢计算机和编程。业余时间喜欢读书和跑步。

DIY

办公室制作



照片魔方



花一块钱制作一个好玩的可折叠办公桌相框

肯·韦德

有时候在开一个枯燥会议时，有的事情能突然把你从半梦半醒状态中给吸引过来，我就经历了这一幕。那天的演讲者正给大家演示一个可以吸引小孩进行学习的故事魔方。

并不是演讲者说的话吸引了我的注意力，而是递到我手中的不寻常的东西吸引了我，这个玩意儿非常酷，我决定马上要做一个。

照片魔方（是吉本直贵魔方的最容易的那一半，1971年发明的吉本直贵魔方是一个真正让人印象深刻的发明）是由8个更小的、相同并且完美的小方块通过一个非常聪明的铰链连起来的。我让当地的木工房用边角料做了40个小立方块，最后挑出了可以做4套照片魔方的立方块，每套照片魔方由8个小方块组成。

这个项目中的小方块的尺寸没有关系。我

材料

木质立方块 8个，大约15美分一个，我花6美元买了40个。

透明胶带，免费，总能在家里找到一卷。

刚打印的照片，免费，我用我女儿的相纸打印的。

胶水

总费用：1.2美元

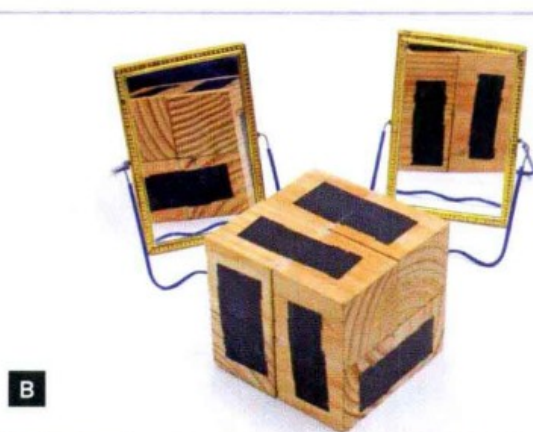
的小方块边长是5cm，这个尺寸对于48mm宽的透明胶带来说太完美不过了。

诀窍在于铰链制作，我用的是结实的打包用透明胶带。把胶带粘到每个铰接点的前后。可以用“骨”弄断胶带，“骨”是我父亲叫的，他常常拿出一个平的铁块用来割断胶带——比如，从工具箱拿出的底座什么的。

摄影：纳特南



图A 把8个小立方块叠起来形成一个大立方



图B 用胶带把立方块粘起来形成铰链。应该用透明胶带（黑色胶带是用来让大家看出应该怎么粘胶带用的）

1. 把8个立方块叠起来，4个在下面，4个在上面（见图A），要看起来漂亮，接缝紧密。

2. 仔细的用透明胶带把各个立方块粘起来（见图B）。用透明胶带粘的立方块拍出的照片中看不出胶带来，为了清晰的表明哪两个立方块应该粘起来用作重要的铰链，我用黑色绝缘胶带做的演示。粘透明胶带时应该覆盖整个立方块表面，不能像我用黑色胶带那样粘一部分。

2a. 用胶带粘上底部两个方块来制作照片魔方的前面。同样在底部另外两个方块上贴上胶带来实现魔方的后面部分。照片魔方的前后部分应该是一样的。

2b. 把靠左的上下两个方块在前后用透明胶带粘起来形成左面，然后同样的方法形成右面。左右面应该是一样的。

2c. 用两个胶带分别把前后两个方块粘起来形成顶面。底面无需胶带。

3. 用铁片把每条胶带都刮一刮使其粘得紧密。小心的打开魔方，把每个铰链的另外一面也用透明胶带粘起来。

4. 下面就可以用这个魔方玩了。魔方有6个面，简单摆弄一下你就可以里外颠倒得到另外6个新的面。同样也可以发现不同尺寸的其他方位。

计算一下，这儿有8个立方块，每个立方块有6个面，一共是48个面。照片魔方有6个大的面，每个面由4个小面组成。因此48个面可以组

成24种大的面。

当把照片魔方的内外颠倒后，在照片魔方的6个新面上就可以看到另外24个小面。照片魔方的面即可把48个小立方块的面用不同的方式组合起来。

5. 只有在熟练操作这个照片魔方并挑选出你中意的照片后才能去考虑测量、打印和粘贴这些照片。

把照片都切为你想要用的立方块表面的数量和大小。如果照片方块不完美，可以仔细调整一下。

6. 用好点的胶棒把照片一次性贴到各个面上。

7. 调整照片的位置使作为铰链的胶带在各个方向变换时有点弯折的空间。

小技巧：胶水可能会弄脏你的照片。要小心照片的边缘可能会带上点胶水，这些胶水随后可能会粘上一些脏东西。

在makezine.com/go/yoshimoto上有一个视频展示了一个真正的Yoshimoto（吉本直贵）魔方。

肯·怀德是一位工程师志愿者，是为东南亚有风险的儿童和家庭服务的项目经理。他结婚并育有3个小孩：其中两个在美国上大学。

“格伦加里”铜球



两分钟就能组装好的桌面图腾玩物

保罗·斯皮拉德

我和好朋友爱德华都非常喜欢引用电影《格伦加里·格伦·罗斯》中的台词，特别是埃里克·鲍德温扮演的角色所做的煽动性演讲，在演讲里他通知一个富有经验的销售团队，他们现在开始会相互竞争以保住各自的工作（“三等奖是：你被解雇了”）。

在他的讲话结尾阶段，他虔诚的从他的公文包中取出穿着绳子的两个铜球然后说：“我们要带着铜球销售不动产。”

这个画面令人印象深刻，我总是疑惑为什么米高梅公司不出售高质量的铜球，这些铜球可以用作企业主管的象征或是鼓动人心的奖励。或许他们认为这有点低级趣味或是政治上犯错误或是害怕在法庭上辩论时这个铜球容易打破别人的脑袋（铜球有点重）。但我认为这些考虑只会使这个铜球更加吸引人。

因此我决定复制这对铜球，还有了安全的连接绳子的主意，这个方法相当简单。除了用剪刀剪断绳子和用打火机把端头烧一下外，不用任何工具即可在两分钟内组装成功。

要组装这对铜球，先剪一截2英尺的绳子，每一端都穿过一个固定螺丝并打个结，然后把固定螺丝拧上铜球即可。也可以用树脂胶水或螺纹紧固胶永久的把螺钉粘起来。我买的铜球上已经带了铜质固定螺丝钉，把原来的光孔改为了1/4-20的螺纹。打的结可能不会滑出这些孔，但增加了更小的螺钉后使连接更安全 and 整洁了。我使用的是白色的绳子，这让它看起来更真实，但我想黑色的绳子在晚宴上可以给人更正式的感觉。

我把这对铜球送给爱德华，他却扔到一边了。爱德华管理着一家销售公司，因此我希望他能把这队球放在办公桌上。

在Makers Market (makersmarket.com) 上可以找到一个套件用来制作你自己的办公桌铜球，并不需要真正的不动产授权。

保罗·斯皮拉德是本书英文版杂志社的项目编辑。

材料

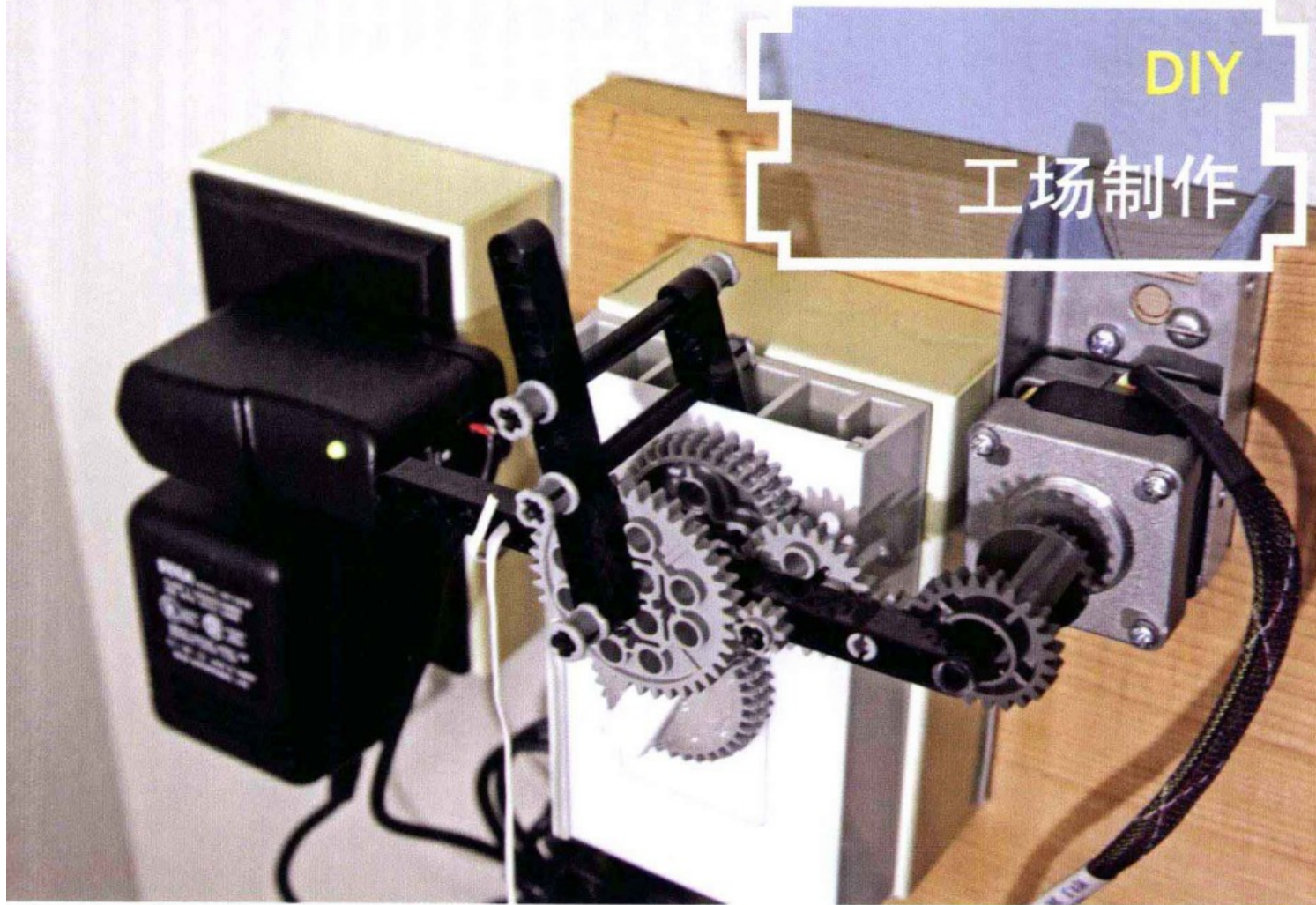
1.5英寸直径的铜球，带有1/4-20螺纹固定的暗藏式固定头（2个）。Liberty Brass公司部件号：#BAL154 (libertybrass.com)，13美元
固定螺丝钉，1/4-20螺纹（2个），McMaster-Carr 部件号：#91318A410 (mcmaster.com)
3mm尼龙绳，2英寸长。在你当地的工艺品店找或从Satin Cord Store购买，部件号：#SCN3Y-N2 (satincord.com)。
环氧胶或螺纹紧固胶（可选）。



摄影：保罗·斯皮拉德感谢新线影院/技工娱乐公司提供《格伦加里·格伦·罗斯》剧照

DIY

工场制作



自动风速控制器



使用Make控制器来控制服务器机房的温度

杜安·韦塞尔斯

我在建造房子的时候把服务器房间安排在办公室旁边。不幸的是，服务器机房只有一个浴室用的那种排风扇和一根接到室外的直径4英寸的通风管道。在夏天的时候我不得不把服务器房间的门打开来降温，这又导致我的办公室又热又吵。

因此我安了一个更大的风扇和一根8英寸直径的管道，在冬天可以把服务器房间多余的热量送到办公室，在夏天能把热量排放到室外。新风扇工作挺好的，但是功耗有点太大了——几乎有300W。为了减小能量损耗，我安装了一个手动调速器，这又导致了温度变化太大。

最终，我做了一个控制系统来自动调节风扇速度从而保证房间的温度恒定。我用计算机连了一个串口温度传感器来监控并绘制服务器房间的温度。用了一个Make控制器、一个步进

电机和一些乐高齿轮来带动手动调速器控制手柄以闭环控制温度。

一开始我想再买一个温度传感器直接连到Make控制器上。这样可以让控制系统脱离开计算机独立工作。最终我还是选择利用我已有的设备并把控制器简化为一个电机驱动接口。

组装

所有的硬件都安装在一个废板子上。把电源插座用螺钉固定在板的一个角落为2个电源供电，在木板上钻个孔用来从后面穿110V电源线。然后用六角头支架螺钉把MAKE控制器安装在木板的另外一个角落，把步进电机固定在一个大小刚好的支架中，再用螺钉将其固定到木板上。

下面开始接线，从控制器的应用板、主电源连到直流电源（我用的是一个10V、0.3A的墙

材料和工具

串行接口的温度传感器我用的是从 Spiderplant (spiderplant.com) 买的 Hot LittleTherm, 不幸的是现在买不到了。你可以用 LM35 温度传感器, 并直接用线连到 MAKE 控制器上。(修改我的 Perl 代码来读取控制器传来的温度值, 而不是执行“term”程序)。

电子调速风扇控制器 Broan 型号 #72W (broan.com)

MAKE 控制器套件 V2.0 和应用板。从 Maker Shed 买的, 产品号 #MKMT3。

步进电机 All Electronics 部件号 #SMT-116, #SMT-113 或 #SMT-119 (allelectronics.com)

墙插式电源 (2个) 分别为步进电机和 MAKE 控制器供电。

乐高零件: 梁、衬套、交叉轴和齿轮, 乐高套件 #10072-1、#10073-1、#10074-1 和 #10076-1 (peeron.com)。

电子输出盒比如 Wiremold/Legrand 的 #B3 带以太网的计算机需要 24 小时开机, 如果你是像我一样用来控制服务器机房, 计算机就不是问题。

以太网线

废木板或三合板大约 1 平方英尺

金属支架比如 Simson Strong-Tie 的 #FB24

螺钉和支架 (4个) 用来把控制器安装到木板上。

我是从 ATX 计算机机箱上拆的。

带绳子的小重物

线卡子

电钻和钻头

螺丝刀

热熔胶和胶枪

插式电源), 并用以太网线连到计算机。电机有 5 根线: 其中 4 根连到控制器应用板的 Bank1, 另外一根连到地, 连接方式是靠一根一根测试出来的。

最绝妙的部分是把步进电机连到风速控制器上。把一个乐高齿轮安装到电机的转轴上 (见图 B), 但是调速器的转轴凹进去了很难触及到, 因此我决定保留手柄, 在乐高齿轮上切一个洞, 然后用热熔胶填充到齿轮和手柄之间的空隙中 (见图 C)。

乐高齿轮跨越了电机和手柄的距离, 所有的齿轮都用短轴安装在了一个长梁上。我夸耀说用的是代数方法设计的齿轮系统, 其实只是

不断尝试来找到合适的设计。其他的梁和轴组成了一个架子用来包住风速控制器从而保证齿轮不会前后滑动 (见图 D)。我挂了一个小的重物在支架的一端以保证最后一个齿轮压在手柄齿轮上。

还需要解决一个问题, 步进电机驱动手柄转动时会超出手柄的范围。我不在软件上设置电机状态参数, 因此就不得不处理手柄转到最大或最小位置的极端情况。对于我的速度控制器来说这点尤为重要, 因为转过最大位置后速度控制器会关掉风扇。

经过多次实验后, 我终于找到了一个解决方案: 用一个独立的比较弱的电源 (一个老式手机电源) 来为步进电机供电, 步进电机用这个电源能够驱动手柄转动, 但是又不足以驱动手柄转到关的位置。这个方案运行得非常好, 在 MAKE 控制器上简单的处理一下即可, 我只需要把供电连到外部电源 1 并把跳线设置到 Vext。

软件

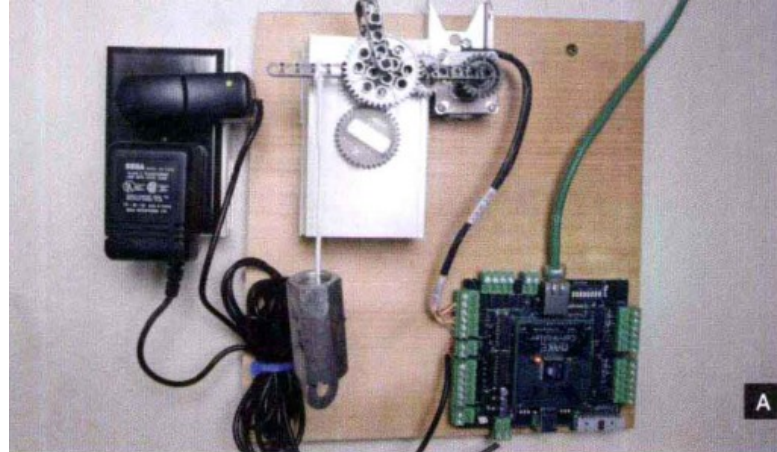
我的风扇速度控制软件是在 Perl 编程环境中用开源控制 (OSC) 模块编写的, 通过以太网或 USB 和 MAKE 控制器通讯。如果你的计算机运行的是 BSD、Linux 或苹果系统, 你可以安装 Perl 系统。可以从 opensoundcontrol.org 下载 OSC 模块, 在 makezine.com/21/diyworkshop_fan 下载我的代码。

我把 OSC 配置为用以太网而不是 USB 的原因是以太网不需要任何特殊的驱动程序。MAKE 的控制器可以通过 DHCP 获取计算机配置的 IP 地址, 并能在端口 1000 监听 OSC 命令来运转电机。

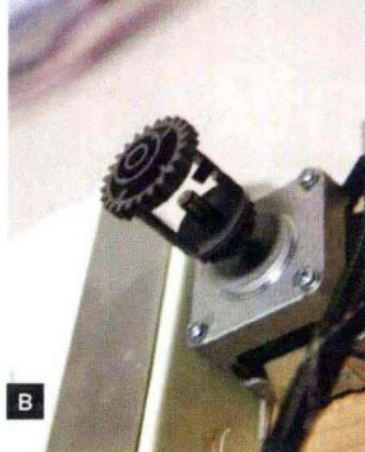
控制器通过 4 位数字输出引脚控制步进电机的 4 个线圈。为了驱动步进电机在正反方向都能转动一步, 控制器通过改变输出以接通不同的线圈来实现。

为了控制电机连续运转, 代码中在步与步之间需要增加延迟, 使电机转子有足够的时间到达新位置。欢迎来到步进电机的世界, 步进电机的控制和伺服电机控制是完全不同的。

显然, 如果温度太高, 风速会升高, 反之亦然。但是对于控制器编程来说, 多长时间调整一次, 每次调多少呢?



A



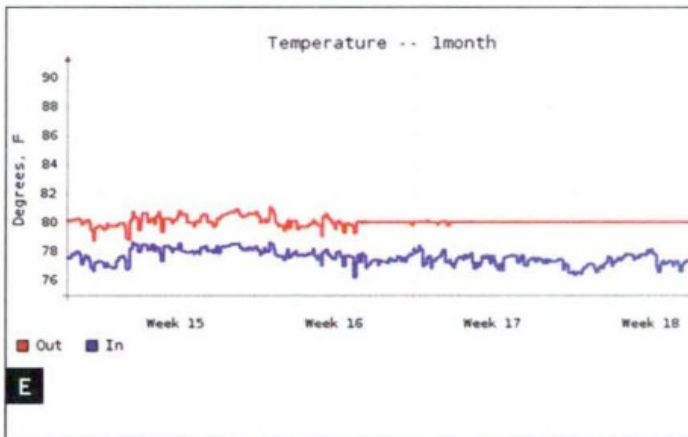
B



C



D



E

图A 硬件安装在木板上，由墙电供电

图B 乐高齿轮连接到步进电机

图C 用胶把乐高齿轮和风扇调速器的手柄粘起来

图D 把步进电机和调速控制器连起来的齿轮组件

图E 在安装控制系统前后的输入和输出空气温度

我发现基于实际温度和设置温度之差的对数来调节电机控制调速器手柄转动格数可以控制得比较好。如果温度差比较小，95%的时候无需调整；其他时间里系统把风扇速度调慢一格，这样能找到维持目标温度的最小速度。

如果想运行程序 *fanspeed.pl*，你需要控制器的IP地址。用 *mchhelper* app（从控制器的制作者 MakingThings (makingthings.com)）可以找到IP地址。下面可以在一个临时窗口运行Perl脚本，比如：

```
$ perl fanspeed.pl [desired-temperature]-[ip-address]
```

命令中的 *desired-temperature* 是以华氏度表示，*ip-address* 是Make控制器的地址。如果想运转脚本使温度保持在80°F，可以如下：

```
$ perl fanspeed.pl 80 -10.0.0.9
```

程序运行后会定期把温度和步进电机命令记录到这个临时窗口中。

我用的是开源的数据记录和绘图系统 RRDtool (oss.oetiker.ch/rrdtool) 来记录服务器房

间内外的温度。图E给出的是我安装了控制器后1个月的温度记录。注意红线的变化趋势——空气从机房吹出——曲线变得更好和更平坦了。

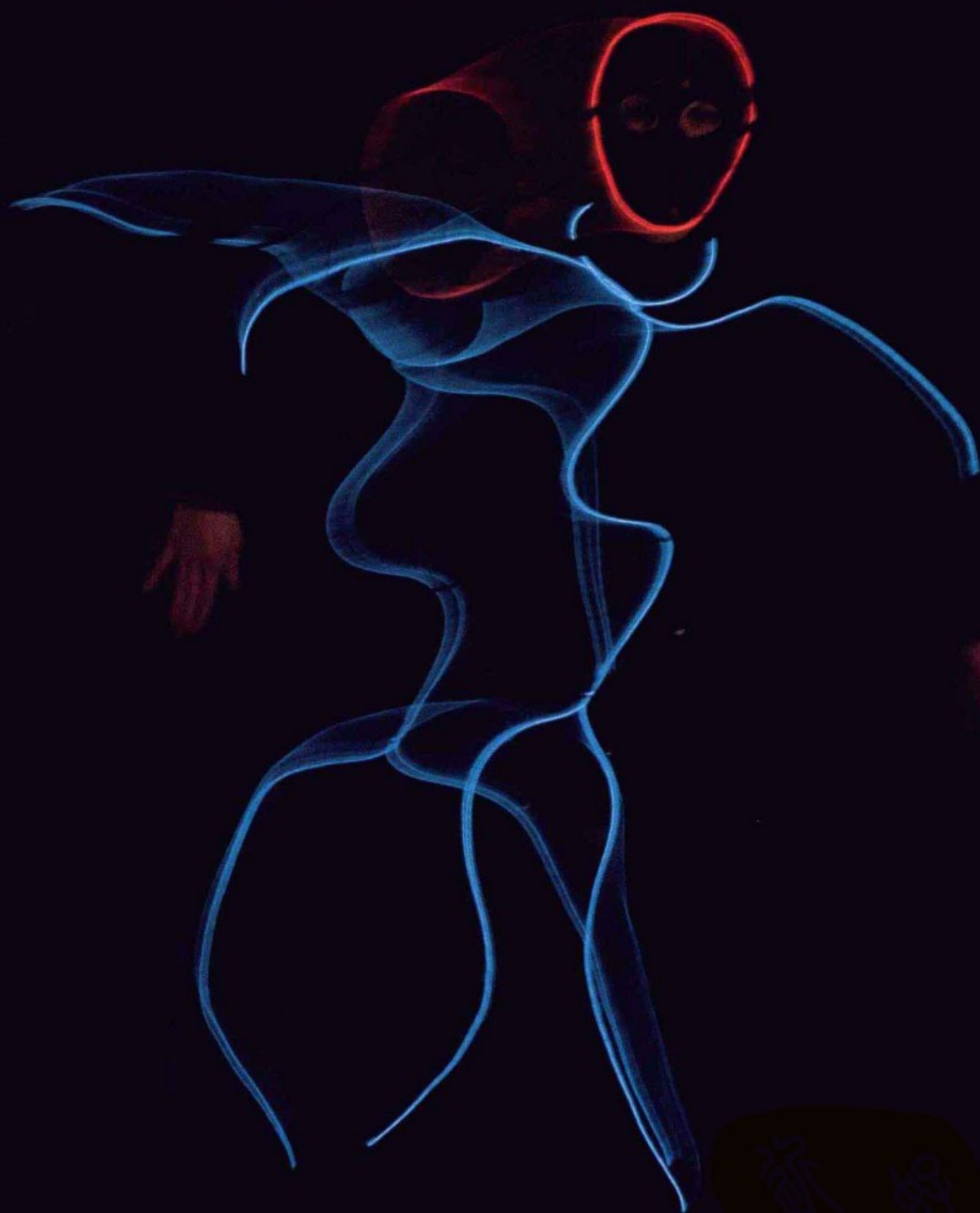
总结

在完成这个项目中我收获很多，学到了微控制器和步进电机，并且给了我玩乐高的一个理由。这是我用Make控制器非常渴望做的第一个项目，我现在正在寻找下一个MAKE控制器项目。我的风扇控制器安装20多月以来一直运行很好。

➤ 项目代码和步进电机控制资源可以从 makezine.com/21/diyworkshop_fan 下载。

都安妮·威塞尔斯 (wessels@packet-pushers.com) 是奥莱理出版的三本书的作者，也是Unix和互联网狂热的爱好者。他有太多的计算机却缺少乐高玩具。

基础知识



蘇子知
船
PDG

电子 发光线 (EL)

柔性发光线做
小制作非常容易

路易斯·M.布里尔和史蒂夫·博韦里

电场能够激励荧光材料发光，这个原理叫做场致发光效应。自20世纪70年代中期以来，这种冷光源作为平板的背光应用在一些仪器和小型显示上面。20世纪90年代，一家叫做Elam的公司发现了一个可以使能弯曲成形的电线发出相同光线的方法。

场致发光线、aka EL线或叫做发光线很快就成了大家非常喜欢的媒介，可以用它来创造在夜晚点亮的工程。这种线的柔性和长度能让你以很大规模来构图并且能够具有生气。它能够承受各种恶劣环境和粗暴处理。这种线点亮后仍然会是冷的并且耗能比氖灯或氙灯甚至LED灯都更小，你可以用这种线固有的各种颜色来创作幻觉式的景象。

本文将给大家介绍发光线的工作原理以及你怎么才能按自己的意愿弯折它。



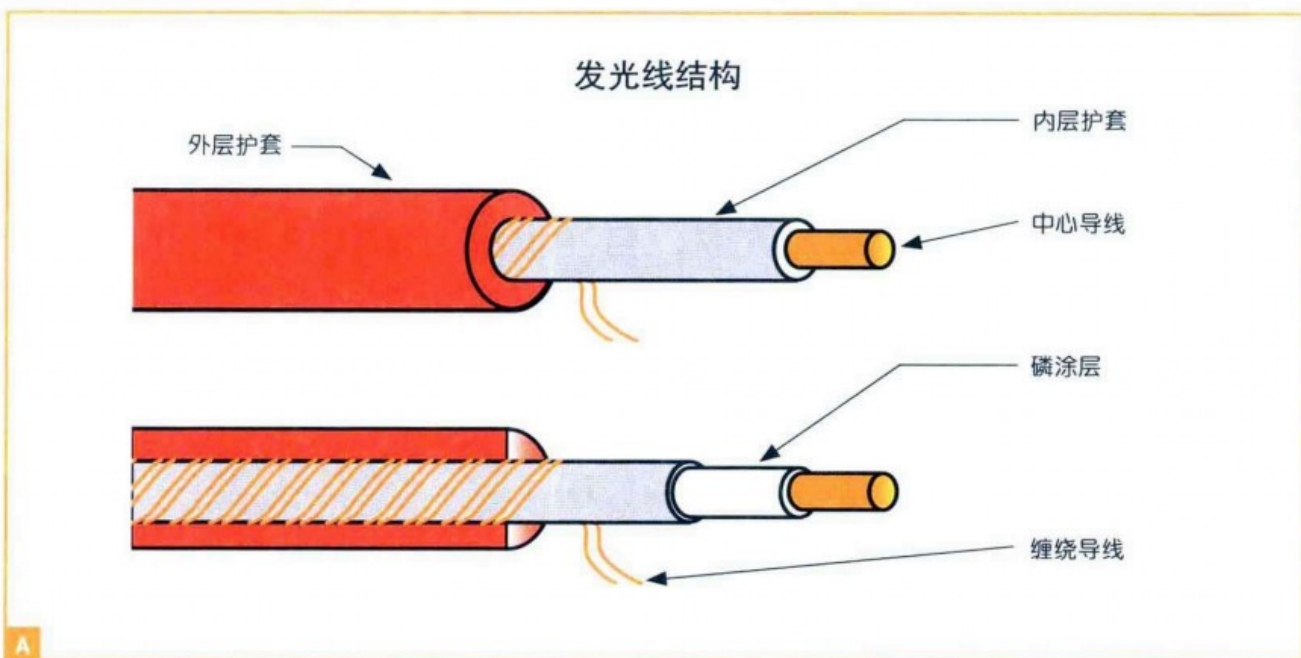
发光线构造

发光线是由一根铜导线或涂覆了一层场致发光磷材料的导体以及螺旋线圈或具有很好的穿透性的网眼线或缠绕线组成，它的外层材料很薄，足以让光线穿过（见图A）。当在芯线和外层导体之间加上高压高频交流电时，导体之间的荧光层就开始发光。

在这个同轴三明治导线外面覆盖的是一层乙烯护套，乙烯护套可以保护外层导线并能通过滤光来发出不同的颜色。

发光线的直径范围从超细的0.9mm到粗的5mm，也有非圆形的发光线，比如可以装在平面上的D型发光线和可以缝在衣服上的T型发光线。

其他种类的发光线还有：用UV保护层覆盖的室外型；具有很好的防水性能的水下型；双色型；高亮型；超柔性型以及可以用在恶劣环境和专业领域的工业高强度型。



色彩、电压和频率

现在的发光线有11种颜色，包括：绿色、蓝色、浅绿色、白色、黄色、粉红色、红色、黄绿色、橙色和紫色等。通常，所有颜色的发光线内部用的都是浅绿色磷材料，但是现在的白线用的是浅桃色磷和浅绿色涂层，这样能发出明亮的白色光。

常规发光线运行在100~120V交流电压下，频率为400~2000Hz。增加频率能将浅绿色磷发光材料的发光颜色从绿色变为蓝色，在2000Hz时亮度达到最高（蓝绿色）。提高频率到

3000Hz会变为紫色，但光线会变暗。在峰值频率下，增加电压也能发出更亮的光，但是会缩短寿命：发光线会随着使用过程慢慢地变暗。

发光线的外形和其他普通电线差不多，但是不用连接它的两端也不用在里面通过电流，发光线的连接是通过在一端连接芯线和外层缠绕线来实现的。

发光线的远端无需连接，从元器件术语来说，一根发光线的连接和工作就像是一个电容一样，电容值和长度成正比。

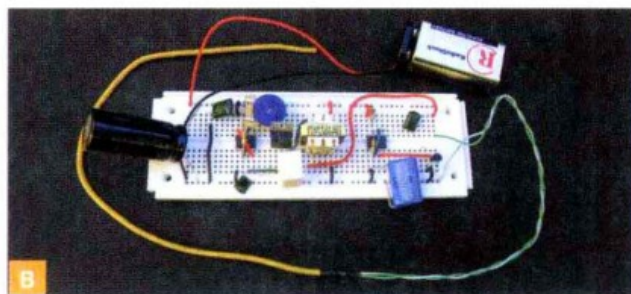
驱动和顺序

大多数的发光线项目都是用电池供电，可以在夜晚带出去使用。要把电池的直流电压变为高压交流电（小电流）需要一个驱动器。工业界出现了配套的微型工业发光线驱动器，大多数人都喜欢用它。这个驱动器小巧、便宜并且使用起来也很简单。

现在的驱动器都有一定的驱动范围，每一个都只能驱动一定长度的发光线，从1英尺到330英尺的单线或是总长为330英尺的几根发光线。如果使用的发光线长度超过了驱动器的驱动范围，就需要选用更大功率的驱动器。

我们也可以自己制作驱动器来很精细的调整交流驱动信号，这样可以使发光线有更多的颜色。这是一个简单的发光线驱动电路（见图B），它采用了两片555时基芯片（或一片556）做的斩波电路、一片TIP120达林顿三极管和一个小变压器，这个电路可以驱动10英尺长的发光线。在驱动器电路的左边有一个电位器，用来调节交流电的频率，改变频率就能相应改变发光线的亮度和颜色。

电路的右边是一个简单的斩波电路，用来开关发光线。这个电路和其他555做的闪光电路一样，在第7脚接一个电位器并在第2脚接一个电容可以用来调节明暗比例。电路图和元件清单见



makezine.com/21/primer.

通过按一定的顺序点亮不同的发光线可以产生出动画或其他视觉效果。市面上可以买到像配电板一样的微型发光线顺序控制器，只需要简单的把多根发光线按一定的模式接到驱动器输出即可，和连接圣诞树彩灯控制器的方法差不多。

一些更好的顺序控制器，比如在下一页的安妮眨眼项目中用的CAT-09内部有一个驱动器，这个驱动器允许用户编程并能不同的显示模式之间切换。

如果想进行更高级的控制，可以用单片机编程控制双向晶闸管来对发光线进行开和关。双向晶闸管是用于交流电的一个像三极管或继电器的半导体器件，连接在单片机和发光线之间的双向晶闸管可以对驱动发光线的交流信号进行开关控制。将双向晶闸管的门极引脚接到单片机上，另外两个引脚连到发光线和电源或地上就能实现了。

发光线和LED灯比较

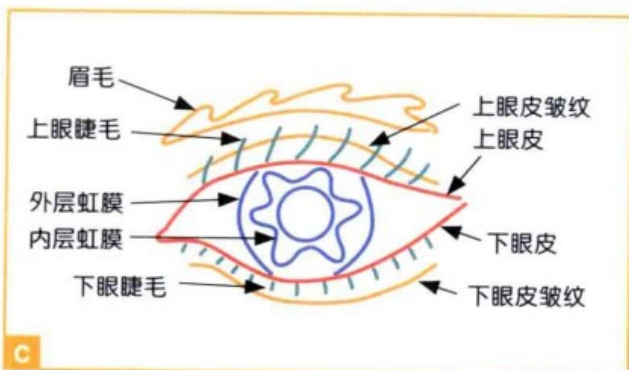
在装饰、信号和剧院座位等项目设计中，首要的问题是决定用发光线还是LED灯。做这个决定的主要因素是基于审美以及哪个设计看起来更聪明。下面是方案的比较：

	发光线	LED灯
优点	可以产生平滑清晰的线条，可以用现成的驱动器和顺序控制器产生很多视觉效果（开关、闪烁和顺序点亮）；发光线柔软易于安装和拆卸。	可以简单的实现明暗、彩色闪烁和混合彩色效果；更便宜、功耗更低。单位面积能产生更多的光；可以通过镜头投射更远的距离。
缺点	没有混合的彩色；时间长了会变暗；如果剪得太短，那就不得不重新做。	把许许多多LED（比如100多个）焊到一块小板上非常乏味；控制电路需要自己设计。

发光线动画项目

安妮眨眼

下面这个项目会给大家介绍用发光线成功制作动画图像的步骤和注意事项：这个项目是一个会眨的大眼睛。



1. 画一个全尺寸的眼睛图

首先，勾画出你想要做的动画草图。我们看到过奔跑的骏马、跳跃的袋鼠、飞着的盘子和跃起的海豚。一个好的设计通过几条线条就能表达出意思。

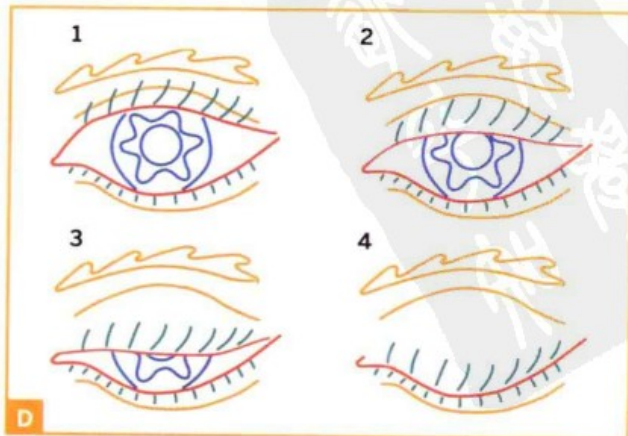
一旦选定了对象就可以在几张纸上画出全尺寸的图案。需要想好哪个部分要一直点亮——公共的框架，而哪些是动画部分。

在我们这个制作中，公共部分包括眉毛、上下眼皮的皱纹、眼睛下面的边缘和睫毛。动画部分由4个场景组成（见图D），包括了睁开和闭上的眼皮、睫毛、虹膜和瞳孔。为了区分各种部件并使动画更容易被看出来，我们决定用黄色发光线作眉毛和皱纹，睫毛用绿色的，眼皮用粉红色，瞳孔和虹膜用蓝色。

先画一个眼睛睁开的大图（公共部分和场景1）和3个表现场景2~4的图。为了使上面的睫毛在眨动时看起来更流畅，我们在描图纸上先绘制了睫毛，然后临摹到2~4的场景图中。这样处理后的场景中的睫毛会有一定的重叠，观众看起来就像是看到一个东西在动。尽管真实的睫毛运动并不是直上直下的，但这样的动画看起来显得更真实。

材料和工具

2.5mm 发光线。“高亮标准型”，黄色、粉红色和绿色。每种颜色6英尺，每英尺1.4美元，Light'N Wire (lightnwire.com)
发光线标准驱动器（立方驱动器），Light'N Wire 部件号#CB-SD01，8美元
10通道发光线顺序控制器，Light'N Wire 部件号#SQ-XC01，75美元
各种直径的热缩套管
泡沫板，2英尺×3英尺×1.4英寸
铜带可以在废旧玻璃店找到
裸铁丝 28号
网线，8芯，24号双绞线，3英尺长
压接端子用于发光线一端（5个）Light'N Wire #SBR-LSC02，每个1美元（和发光线一起订购）
扎带
绝缘胶带
12V电池盒，装8个AA电池。Light'N Wire #PS-BB01，2美元
AA电池8个
9V电池和
彩色铅笔和纸张
剪刀
剪线钳
热风枪
小刀
尖嘴钳
微型支架
鳄鱼夹2个
纸张用于个线编号
小电钻和小钻头
发光线剥线器（可选）Light'N Wire #AC-WS01，5美元
电烙铁和焊锡



2. 把图案转换到安装基材上

发光线很容易安装到任何基材上，我们把这个眼睛安装在一块泡沫板上。在图案转换时，先把绘好图案的纸紧紧贴在泡沫板上，然后用一只铁笔沿着每条线透过纸在泡沫板上戳出一系列洞。最后用彩色铅笔把这些小洞按照设计连成线。

3. 测量并剪断发光线

要得到对于每一个图像线条合适长度的发光线，可以把相应颜色的发光线压紧，沿着泡沫板上的线条测量合适的长度然后剪断，剪断的时候要留上6英寸的余量。然后把每段发光线都做好标签，例如“场景1/睫毛。”然后把每个场景的发光线都分好组，如：“公共或1~4。”

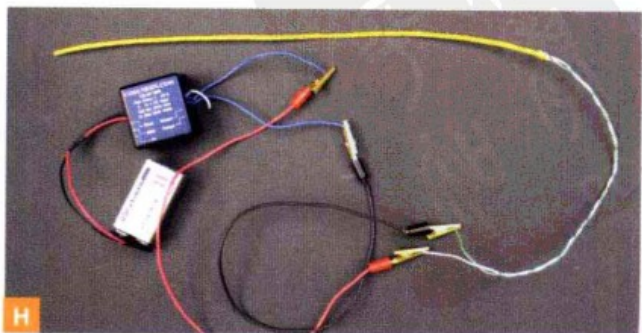
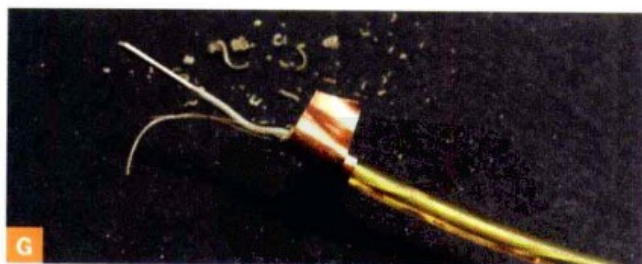
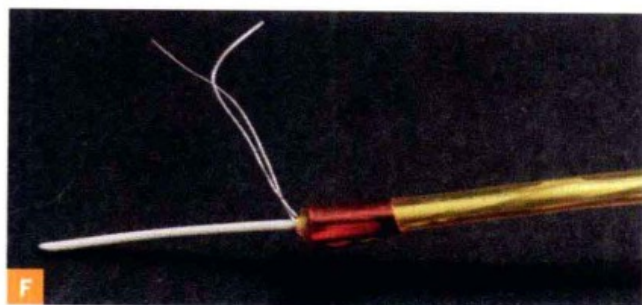
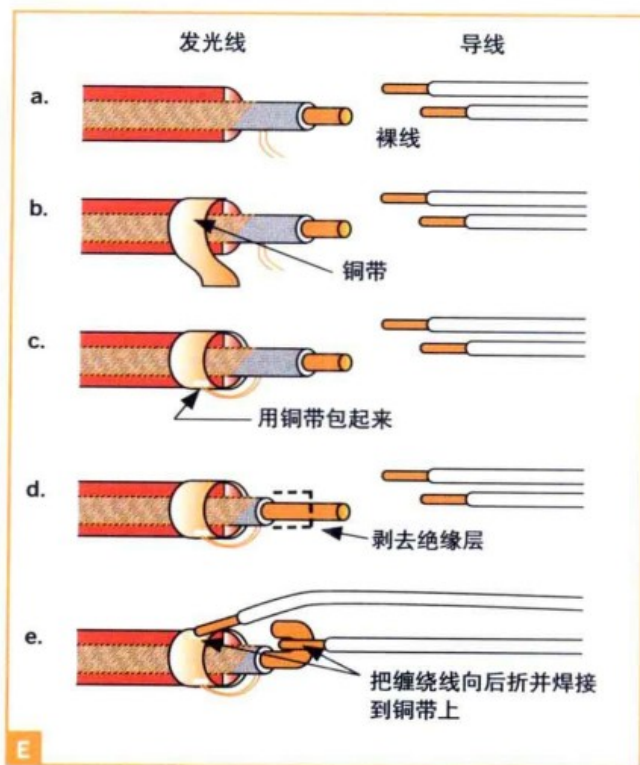
对于那些短的线条如眼睫毛，我们是用一根发光线沿着眼睫毛的方向反复穿进和穿出泡沫板来实现的。先用一根绳子按睫毛的位置折后摆好，用绝缘胶带稍微固定一下。根据绳子的长度剪一截发光线，同样留6英寸的余量。

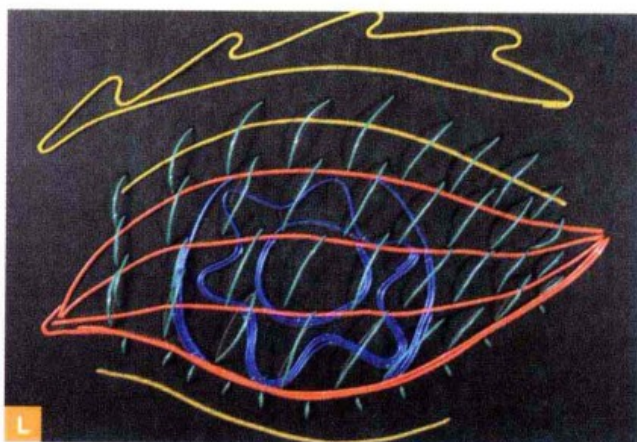
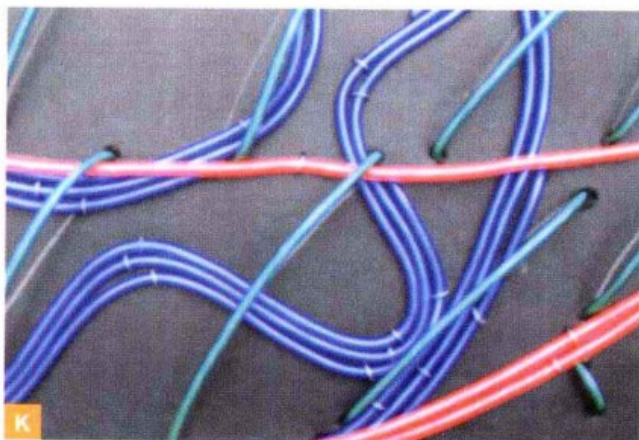
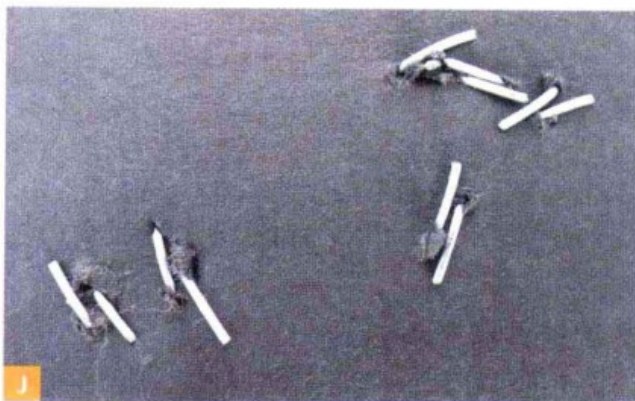
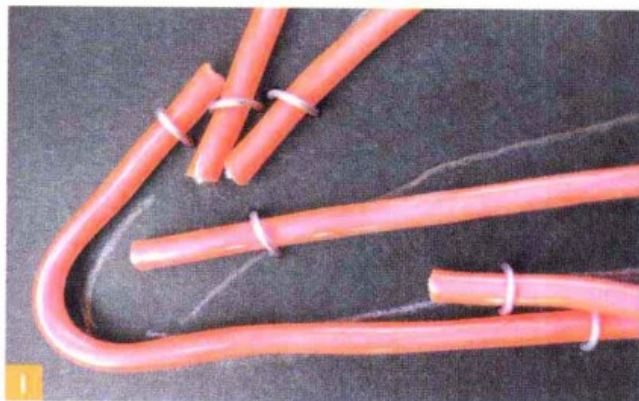
注意：发光线不能折得太厉害。在一些边角的地方可以用另外一根发光线穿到后面再从其他地方以另外一个角度穿出来实现。实现一些很短的细节时可以用黑色胶带或热缩套管把光线挡住的方法。

4. 加上引线

安装发光线到泡沫板之前，先要把每根发光线连上两根电线（见图E）。我们用的引线是剖开网线得到的，每根网线都有4对不同颜色的线，用网线可以很方便我们用颜色代码来区分4种场景（如果是5种颜色的线对就更好了，可以把公共线也包含进来）。下面是把引线和发光线连起来的方法：

- » 把发光线一端的外层绝缘层剥去3/4英寸。
- » 把发光线外层的缠绕线解开，然后在剥掉线的后面绝缘层上用铜带包起来（见图F）。
- » 把缠绕线向后折并焊接到铜带上。
- » 把中心导体上的磷材料彻底刮掉3/8英寸长（见图G）。
- » 剪一截剖出来的网线并把两根线都剥掉12英





寸长的绝缘层，然后分别焊到发光线的中心引线和铜带上。注意要用能和场景配合的正确颜色的网线（剥线和焊接可以分开进行）。

» 把连线接到驱动器上测试一下连接是否可靠（见图H）。如果正常，就用热缩套管把连接点套上。

5. 把发光线安装起来，要一个场景一个场景地安装

从公共场景开始，按照画的图，把所有的发光线都一个场景一个场景地安装到泡沫板上，引线穿到泡沫板后面。为了使泡沫板背后不要像意大利面条那样乱，我们让引线从一边出来，可以先在泡沫板的一端钻孔，每个场景的引线都从钻孔处开始布线。

要使每条发光线都紧贴着绘制的曲线，需要用28号铁丝做的“钉书钉”固定。在要装钉书钉的位置钻上孔，把钉书钉紧贴着发光线穿过泡沫板，在背后用尖嘴钳把钉书钉的引脚折弯（见图I和图J）。

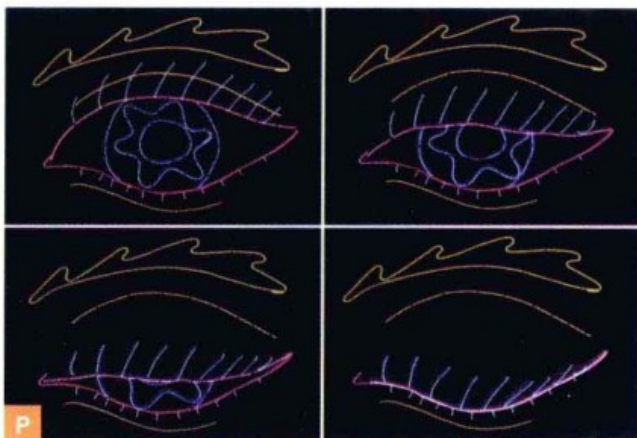
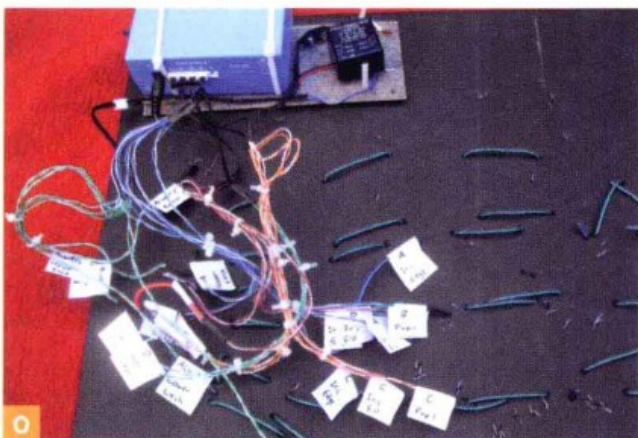
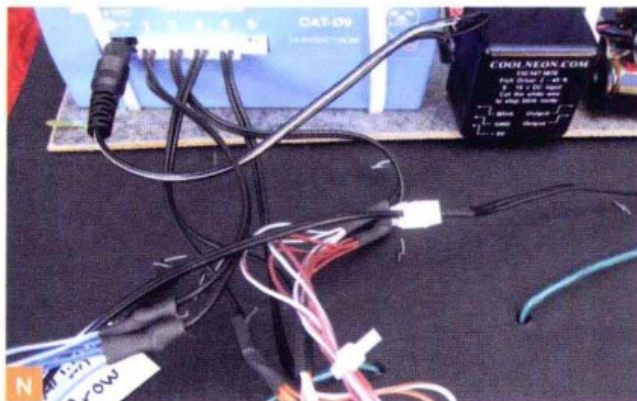
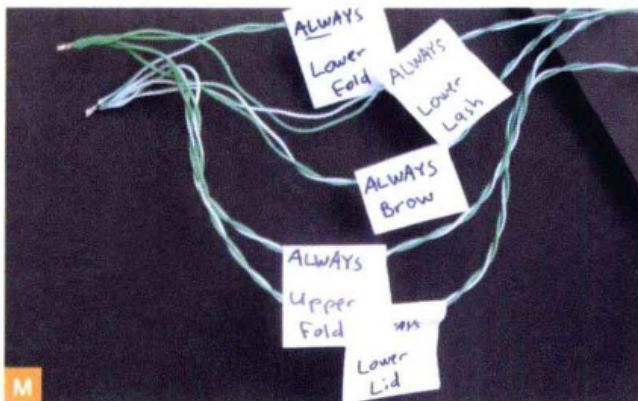
尽管虹膜和瞳孔不会动，但眨动的眼皮会覆盖不同数量的瞳孔和虹膜，因此场景A~C包含了虹膜和瞳孔的变换。我们用相同颜色不同长度的发光线安装在同一个位置来表达不同范围的虹膜和瞳孔，这些发光线并排排列可以避免相互遮挡光线（见图K）。

安装好每个场景的所有的发光线后（见图L），在后面把引线扎在一起并用标签分好类便于后续的连接。

6. 把各个场景的引线连接到驱动器和顺序控制器

10通道顺序控制器可以在场景1到场景4之间切换，但是并不包括一直点亮的公共部分，因此我们要把公共部分连接到另外一个驱动器（立方驱动器）上。

虽然前面都测试过了，但是在安装过程中焊接点可能会松动，用鳄鱼夹把每条发光线引线都一一夹上再次测试一遍。发现问题后即时修理比连接到一起之后再修理要容易得多。



把每一个场景的引线都扎在一起，区分开连接发光的芯线和外层缠绕线。把连接芯线的引线和连接缠绕线的引线分别拧在一起焊成猪尾式连接（见图M），然后把两个头焊到快插式连接器上。最终会有5个快插式连接器，每一个连接器上都并联了单个场景的所有发光线，最后把5个接头插到顺序控制器或立方驱动器（见图N）上。

7. 最后总装

顺序控制器和驱动器都是用12V电池驱动，每个都带一个9V电池那种扣式端子。我们需要把一个扣式端子连到两个驱动器上。接着把电池架、顺序控制器和驱动器都安装到泡沫板背后靠近引线束边上的位置。先把这些部件安装到一块密度纸板上然后用扎带和铁丝固定到泡沫板上，最后把泡沫板背后的引线用更多的扎

带扎好（见图O）。

最后，把场景1的插头插到顺序控制器的通道1上，场景2插到通道2，场景3插到通道3，场景4插到通道4。把公共部分插到立方控制器中。选择这个制作适合的控制器模式：“1-2-3-4-3-2-1”就可以实现眼睛睁开和闭上的全过程（见图P）。完工！

参考资源

- 安妮眨眼动画录像: makezine.com/go/blink
- » Elam EL Industries LY Tec发光线制造商的网站。网站上有产品数据手册: elam.co.il
- » nstructables 如何给EL电线或其他表皮上漆: makezine.com/go/elwirecoat
- » ePlaya 燃烧人社区讨论版: eplaya.buiningman.com
- » Light'N wire Production 生产发光线、驱动器、顺序控制器和其他东西: lightnwire.com

路易斯·M.比尔（路易斯·莱特）和史蒂夫·波弗瑞（格努怀尔博士）是Light'N wire Production公司的共同创始人（lightnwire.com）。这个公司也是一个EL冷光艺术-技术的资源中心。他们位于加利福尼亚奥克兰的克鲁斯波技校教授发光线制作艺术并组织“塔博发光线”技术研讨会。



水中着陆

场景：你在公司里终于熬完了漫长而毫无收获的一天，更惨的是开始下暴雨了。在你把雨伞、雨衣和公文包塞到前座后，瞥到车里还有一袋饼干装在密封的透明袋子里，这让你小小的欣喜了一下。在你把手机电源插到点烟器上并把手机放到仪表盘上面的免提座中之后，你发动汽车就上路了。

交通太拥堵了，因此你决定离开高速公路走一条沿着河边的近道。一路上都很顺利，突然，你发现一只鹿冲到了公路中间，你不得不猛打方向盘、踩死刹车，接着就撞断河堤栏杆冲到了河里。

挑战：当从一开始的惊慌中回过神大骂几句后，你注意到安全气囊已经打开——在碰撞中保护了你的躯体——但是你的腿和脚踝受伤了，可能碰破了。更危险的是河水开始从副驾驶座位下面迅速的冒出来。幸运的是，车门好像还没有坏，河水流进车里的速度也不是太快，而你是一个相当不错的游泳爱好者。但是天黑了还下着雨，而且你离开有车流的路已经几英里远了。下面怎么办呢？

你拥有的东西：除了前面提到的东西外，你的工具箱中还有一个小的闪光灯和一把瑞士军刀或小刀，在公文包里面还有一些工作相关的东西。想想看应该怎么逃生？祝你好运！

下面的东西可能是你正期待的一个简单的计算器、一个熨斗、一个音乐播放器和一个三维相机。

工具箱



Epilog Zing 16激光快速成型机

售价：8000美元

网址：epiloglaser.com/zing_16.htm

在Epilog公司把他们的Zine16激光快速成型机送来评估前，我从来没有看到过一次做一层的制作方法。自那以后，我非常喜欢宜家的平面设计。这个40W的二氧化碳激光系统可以快速的切割木材并能以每层1/4英寸的厚度用丙烯酸材料把我设计的图纸变为实物。

想想一个激光成型机就像是一个具有超级功能的USB打印机。首先，用Rhino或Illustrator或Coreldra制作一个矢量图。接着把矢量图发送到Zing上的“打印机”，这个机器不是用打印头喷出墨水，而是用激光把你提供的材料堆叠起来。我最大的抱怨是官方的驱动只有Windows版本的，虽然有第三方提供OS X和Linux版本的驱动，但我还没有试过。

我也学到了一些激光成型的技巧：在边缘上刻正方形的槽可以使产品看起来平滑；最常用的

是右旋；功率太大会导致边缘烧焦。

在熟练使用后，你可以制作精细的零件来解决你制作中的问题。我制作了一个螺旋管支架在我的火车项目中，还有Arduino项目的外壳原型以及小机器人的微型齿轮。Zing占用的工作区域只有16英寸×12英寸，不需要更多的工作空间。

东西小巧而价格不是太高（和以前的类似系统相比），Zing系列代表了新的桌面激光三维成型机的一个方向。可以说Zing16是一个令人惊异的工具，工具爱好者们，点亮激光吧！

——约翰·爱德加·帕克

想看到更多的内容吗？请搜索我们的在线数据库：makezine.com/tnt。

有什么非常好用的工具给我们推荐吗？请发邮件：toolbox@makezine.com。



DIY用的工程计算器

售价：25美元

网址：calculated.com

我从心底感激放在工装口袋里面的ProjectCalc Plus计算器。我每天都只点几个按键就可以转换英尺和英寸，同时还可以从10进制测量转换到32分制测量（也可以转换为公制或从公制转换回英制）。这个计算器还有大量的其他快捷键用来计算各种东西的数量，如瓷砖、螺钉、三合板或是一堆沙子或袋装水泥的重量。高配置版本有触发功能，但我个人只推荐基本的更便宜的版本，还带有保护翻盖。

——萨姆·梅森

剪刀工具

售价：12美元

网址：enjoyzibra.com/openit

我第一眼看到这款来自Zibra的剪刀工具时有点怀疑，这就是一个漂亮的剪刀吧，哪里像侯迪尼介绍的那个功能强大的工具呢？但当我看到用这个工具来打开小孩圣诞玩具包装箱的方法时，我就把这个工具保留在了我的日常工具箱中。

这个工具非常强大，足以切开很硬的塑料。右角刀片能很容易滑进包装带下面并能更好的切开烦人的包装带。

这个工具的一个手柄内有一把折叠小刀，另外一个手柄内有一个微型螺丝刀，可以很方便的用来打开玩具的小电池盒。另外，这个工具甚至还有开瓶器的功能。

——布鲁斯·斯图尔特



富士三维相机

售价：600美元

网址：fujifilm.com/products/3d

既然现在富士出了一款三维相机FinePix，三维立体摄影师们将有理由进入数字化了。这个相机把立体摄影师想要的许多功能都集成在了一个小型相机内，完全超出了他们的需求。这个相机可以从2个间距77mm的视觉点拍摄两幅千万像素的照片。这个相机还具有普通小型相机的功能，如：同步光圈、自动对焦、自动曝光和放大等。

富士公司以500美元的价格提供可以用来看三维图片的浏览器，但你可以不用这个浏览器。有个免费软件StereoPhoto Maker (stereo.jpn.org/eng/stphmkr) 可以读出这款相机拍的图片数据并解析出左右两张JPEG照片，接着可以转换为三维图像。

要想不挡住一个取景窗口而拿稳这个相机是非常困难的，而用一个老式的手持式支架就可以轻松地解决这个问题（见照片）（更多详细信息见makezine.com/go/fuji3d）。

——唐纳德·西马尼克



从Arduino套件起步

售价：70美元

Maker Shed 部件号#MSGSA

这个套件在现实世界和计算机世界的鸿沟上搭了座桥，可以让你进入物理计算的世界。你可以获得Arduino Duemilanove单片机和其他电子元件，以及一本由Arduino的创始人之一的马西莫·班茨编写的卖得最好的书——《从Arduino套件起步》。很快你就能加入到由成千上万工程师、设计员、艺术家和爱好者们组成的大军中，他们已经发现这是一个简直难以置信的教育型原型样机平台。



电子制作室1号套件

售价：110美元

Maker Shed #mktk15

通过这个套件对电子知识的独特介绍，你会发现数字的世界很神奇。请你跟随发生在2069年的故事中的一个年轻机器人——罗伯特M3号，开始他的电子学徒之旅。他会跟着围绕地球运转的空间站首席电子工程师西锐斯·阿姆斯特朗去学习。当你阅读机器人罗伯特的电子课程时，你会用电子制作室1号套件中的器件随着机器人去完成各种实验。共68页的指导书中提供了大量漂亮的彩色插图。

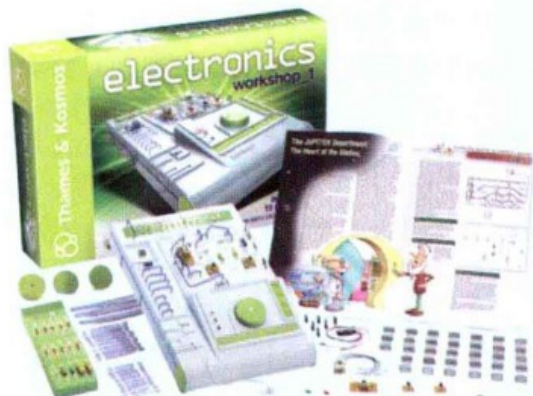


DIY电子套件

售价：50美元

Maker Shed #MKSL1

给电能套上马鞍后就可以用基本的电子元器件创造出游戏、玩具和精巧的装置。按照套件简单的指导你就可以制作光传感器、LED闪光灯、噪声发生器和其他多种东西。套件中包含了初学者需要的各种元器件，如：开关、按钮、二极管、电容器、三极管和稳压器。在一步一步地制作中还会学习到各种有关电阻、电容、电压和电流的知识。你很快就会成为电子奇才！这是适合各个年龄段的一个入门指导。





拉森的 扫描仪套件

售价：13美元

Maker Shed #MKEMS7

发明者把这个制作叫做太空堡垒卡拉狄加或游侠。这款很容易组装的套件包括一个编好程序的单片机、电池盒、和9个高亮LED灯。一旦焊接完成，你就拥有了一个由后向前扫描变化的红灯，它可以按你的意思被用来制作各种舞台道具、服装和南瓜装饰。

Arduino电机套件

售价：20美元

Maker Shed #MKAD7

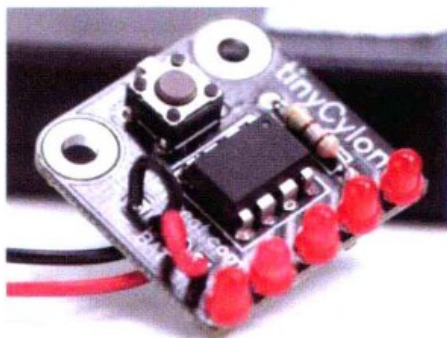
这个电机套件是一个全功能的电机驱动板，可以驱动许多从简单到中等复杂程度的Arduino项目。可以用来为伺服电机、双向直流电机和步进电机以各种组合方式提供电源和控制。套件提供所有的元器件，需要自己焊接，不含Arduino系统。

微型赛昂

售价：10美元

Maker Shed #MKDW1

这个微型赛昂套件是初学者学习焊接的第一个好套件。套件提供一片预先编好的用几个不同的LED灯显示程序的单片机，你也可以重新编程来创造你想要的任何形式。可以买到不含电池的套件。



MAKE控制器套件第2版

售价：120美元

Maker Shed #MKMT3

这款套件是一个高性能的开源硬件平台，可以用在各种需要高性能控制、反馈、连接和方便使用的项目制作中。这个控制器可以作为一个独立的控制系统，也可以作为计算机或笔记本电脑的外部设备，可以通过流行的OSC协议使用。许多非常好的开源项目都兼容这款控制器。

用在任天堂游戏机上的 Korg电子合成器

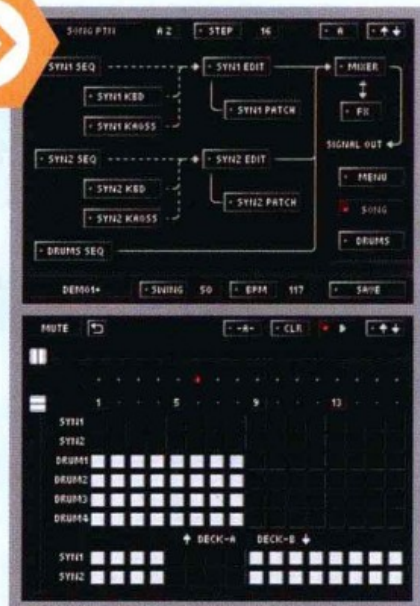
售价：20美元

网址：korgds10synthesizer.com

当第一次看到这款电子合成器时，我还以为是一个好玩的游戏。看来我错了：其实这是一个非常完整的电子合成器，音质非常好。这款合成器可以支持21段不同的录音，每段有16步的16种模式。内带两个激励器，每一个都有自己的虚拟键盘、MIDI触摸屏、音序器、均衡器屏幕和编辑界面。软件带有预设的音乐，你也可以把它修改为自己的。软件还有4个可订制的鼓乐，你既可以用音序发生器编写自己的音乐也可以记录你用键盘、midi触摸屏或打击屏弹奏的音乐。

一旦录下了你的音乐后，DS-10会把它转成图案放到音序屏幕上，你很容易就能用无线连接来共享你的创造。这不是一个电子琴，但它只有20美元，这是一个优秀的便携式音乐机器。

——亚当·泽洛夫



Boss RC-20XL 循环音乐控制台

售价：260美元

网址：makezine.com/go/loopstation

尽管RC-20XL循环音乐控制台的名字不好听，但操作起来还是相当简单的。吉他重复调、钢琴声调、人们的和声等都可以通过踩下一个踏板就合成在一起。

RC-20XL 环绕声控制台能够记录下你演奏的音乐并实时播放出来，弹奏一根弦并踏下踏板后你的音乐就会立即被播放出来，再踏下踏板并配合播放的录音弹奏另外一根弦，重复11次。当对你的创造满意后，整个循环音乐可以被存到内存中供以后使用。

这个双踏板设备提供了3个用作话筒或其他乐器的输入接口，因此可以利用无数的音乐和音效。从打鼓开始、做出一个令人胆战心惊的低音、配上一个吉他独奏，你一个人就可以合成整个乐队的演奏了。无论是用来练习还是实际使用或是只想给你的朋友们一个惊奇，对于音乐家来说这个机器都是非常值得购买的。

——贾斯汀·莫里斯

模数转换

CD记录器

售价：二手的35美元，
新的200美元以上



有一个简单便宜的办法能把你的老式唱片上的音乐录到CD上，然后很方便地就能加到苹果的iTunes上。需要的设备除了你以前的模拟音响（调谐器、扬声器、预放大器）外就是一个CD录音机，像我的旧TEAC RW-CD22就能把唱片的歌曲转换为CD-R或CD-RW。

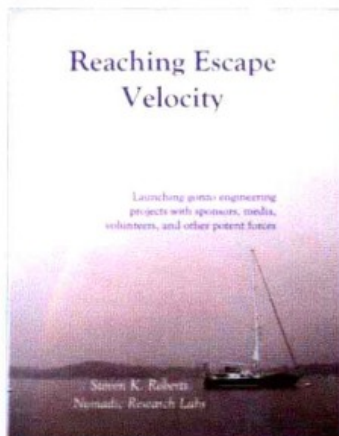
有的音响店以低于1美元的价格出售老唱片，音乐爱好者们可以在一张可刻录CD盘上刻70分钟的音乐。需要的只是把你的调谐器通过标准A/V线连接到CD录音机，虽然大多数的录音机都提供CD拷贝功能，但你可能还是需要把开关从数字制式拨到模拟制式。现在关上窗户开大音量播放一些巴里·马里洛的唱片，给你的朋友们看看你有多酷！

——布莱恩·克福斯



按需DIY 我第一次接触到硬件制作是在20世纪80年代后期，从董·兰卡斯特自己出版的硬件“菜谱”中学到了大量的知识。他自己在家里印刷并装订这些书，好像是按订单印刷的。在那时，我们大多数人不了解这种书，这就像是现在Lulu和Createspace这些公司提供的私人出版服务一样。最近，我在一周内收到了4本新的私人出版书，它们涉及了制作的不同领域。非常令人惊异，这些书一度是我办公桌上最好的书。

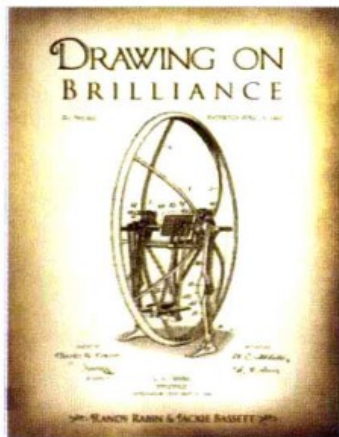
——加雷恩·布莱



《智慧奇闻》

触及消失的速度 史蒂芬·K.罗伯特
 售价：14美元
 网址：microship.com

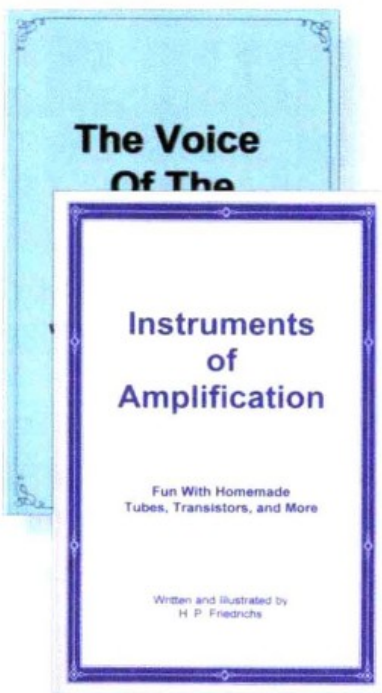
史蒂芬·K.罗伯特是一位早期的硬件制作先锋，他撰写了他的第一本私人出版物——《穿越美国的计算》（在80年代后期）。这本书的内容包含了他那把机关多多的椅子、小器件制作和互联网连接。这本新书看起来很薄却包含了罗伯特25年来的有关投资、宣传等商业秘密，还包括了怎么为你的“奇异的工程”项目找到支持者等内容。其金属制作项目的点子来自于高技术部落（参见本书英文版第6期第28页的“从海滨到轮船的技术部落”）。



《专利天才》

绘制光辉 兰迪·罗宾和杰克·巴斯滕
 售价：40美元
 网址：drawingonbrilliance.ning.com

美国专利局把200年来的600万个专利进行扫描和数字化后，他们决定抛弃原始文件。令人惊异的兰迪·罗宾在这些文件变成纸浆前英勇的收集了尽可能多的原始文件。这本书收集了这些灿烂的文件并为每个专利注上了历史典故，还为想要成为发明家的读者们加上了总结性的文字。



《清晰的矿石声音》

矿石的声音 H.皮特·弗莱德里奇
 放大器 H.皮特·弗莱德里奇
 售价：15美元和20美元
 网址：hpfriedrichs.com

《矿石的声音》一书在无线电爱好者中一直享有盛誉，这本指导书中满是各种伟大的主意和绝对重量级的项目。我喜欢作者的观点：路边上每一个扔掉的罐头盒中至少包含了能做一个收音机的元件。皮特·弗莱德里奇用汤罐头盒、鞋油壳和打火机做了一个耳机，他还做了纸管电容器（老式电容器），一个检波器（老式二极管）、收音线圈以及其他器件。如果你的骨子里面有制作爱好的元素的话，你不会读完本书后而不抓起工具冲到最近的垃圾箱去翻东西。

在他随后的《放大器》一书中，皮特·弗莱德里奇展示了用电子管、三极管和变压器以及其他东西自制放大设备。这本297页的书还包含了大量的电子学的基本背景、历史、理论和制作技巧，我怎么推荐这本书都不过分。



电子旋转干衣机

售价：235美元

网址：laundry-alternative.com

我喜欢把衣服晾在绳子上晒干，既有环保的因素也有漂亮的原因（太阳下面晒干的衣服闻起来味道好）。但是我在旧金山的院子树木太多，只有在夏天才能晒衣服，其他时间里我挂条毛巾在外面一整天都不会干。

下面说说Laundry Alternative的很酷的电子旋转干衣器，这是一个小型的便携式电子设备。可以容纳12磅湿衣服然后以每分钟3200转的速度旋转4分钟，拿出来的衣服摸起来有一点点湿。我非常奇怪从这么小的龙头中会流出这么多的水（大约1夸脱）。把衣服挂到绳子上后，即使是下午也不到一小时就干了。

尽管在多雾的天气里面这个干衣机并不太管用，但是它明显延长了我利用太阳光晒衣服的季节并缩短了晾晒的时间。下一步：我将试试他们公司的手摇洗衣机！

——埃文·奥莱里·格里菲斯

疯狂的电影

售价：1~5美元

网址：rifftrax.com

当你看到一部非常差的电影时，是否恨不得把胶片撕个粉碎？在RiffTrax的人们就是这样，他们把一部影片用幽默的解说词分解成了碎片。神秘科学剧院3000的喜剧天才米歇尔·内尔森和他的演员们：比尔·可波特和凯文·莫菲，他们表演的许多著名电影比如《暮光之城》、《卡萨布兰卡》、《变压器》、《变形金刚》都被加上了许多互联网上的有趣成分。每次即兴发挥只需要几美元，然后你可以把解说用音频操作同步到电影中，搞定。

如果你认为你的解说足够有趣，你甚至可以把你的解说词上载到网上赚钱。我试过，这增加了我对这群爱好者的尊重。

可以说RiffTrax是你没有访问过的最好和最有趣的网站。

——埃里克·鹏维利



把你的世界写到白板上

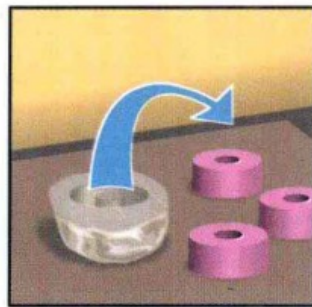
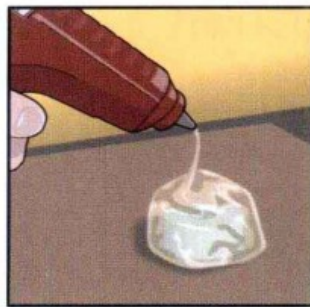
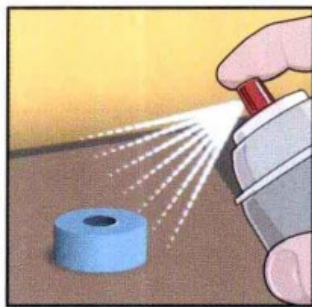
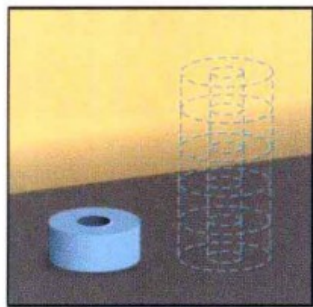
售价：99美元以上

网址：ideapaint.com

当你有一个点子时，你会写下来。但是黑板已经远离我们的生活了，该用白板来完成这个任务了。用IdeaPaint油漆可以把几乎任何平整的表面变为白板。简单的指出你想要什么颜色——IdeaPaint带了10种颜色——你想刷在哪儿？

我们的实习生克里斯·玛格丽和泰勒·莫斯科怀特在本书英文版杂志社的实验室测试了一下这个白板，虽然测试过程有点长（油漆需要7天才能干），但一旦开始后你就会有很多乐趣。如果你在办公桌前找不到我们的创造总监丹尼尔·卡特尔，那么他可能在实验室的白板前画东西。你可以看到整个测试过程：vimeo.com/7671005。

——爱德·特罗克塞尔



需要多个零件吗？没有任何模具材料？现在就需要？使用本书的CNC制作爱好者马克·德·温克提供的技巧就可以实现。

喷一些脱模剂到原来的零件上。如果没有真正的脱模剂，有时候水也可以，或者薄薄一层油也可以起作用。

把原来的零件放在平面上（玻璃或厚纸上也可以）然后用一个很热的热熔枪挤出胶来覆盖零件。可能要试几次才能得到合适的挤出速度。

用热熔胶做的模具来制作塑料零件，比如用环氧树脂等（再次使用脱模剂）。在这个方法中你可以用密封剂甚至果冻。

你也有小窍门？可以发到tricks@makezine.com。



硅胶应急胶带

售价：25美元2卷

网址：rescuetape.com

塑料烤盘的好处并不能让人信服，而硅树脂聚合物给人带来了方便，下面的故事将使你信服。在我搬进新家不久，位于阁楼上的空调下水管道就开始漏水，渗过天花板滴下来。最好的办法是割断渗漏的管道并更换掉，但在德州夏天炎热的天气里我可不想去干这个活。在和几位化学家聊了这事情后，他们建议我试试用硅树脂胶带临时修复一下。

4年后，这个花了45秒钟完成的临时维修仍然工作很正常，而且很结实。除了积了一些灰尘外，看不出有任何老化的迹象，我相信它还能再工作至少4年。

一卷应急胶带相当短，这是很必要的，因为胶带有1mm厚，两面都需要粘上背纸防止相互瞬时就粘到一起。如果两段胶带粘到一起，1分钟后你再想撕开就不可能了，粘合点撕开前胶带可能已经拉断了。胶带很软并且不怕热、冷、水和油，并且可以用到无论是脏的还是干净的任何材料上。

——西恩·拉根

埃文·奥莱里·格里菲斯是一位母亲，她的小孩是一位刚工作9个月的工程师，正在接受培训。

布莱恩·克福斯居住在加利福尼亚，一个有13年乐龄的80后音乐爱好者。

蒂姆·利利斯教大家比以前更好的使用填充式加工。

萨姆·马森居住、工作和玩在科罗拉多州的博得尔，是一位太阳能产品安装员。

贾斯汀·莫里斯是一位热情的吉他手和热心的技术爱好者。

约翰·爱德加·帕克是位于本书英文版杂志社的Maker工作室的主人。

埃里克·鹏维利毕业于尼科尔森州立大学英语专业，现在专注于技术写作。

西恩·拉根的5000代祖先前就已经使用工具了。

访问唐纳德·西马尼克的关于科学、伪科学和幽默的网页：www.lhup.edu/~dsimanek。

布鲁斯·斯图尔特是一个自由的技术编辑和作家，也是《连线》杂志少有的撰稿人 geekdad.com。

爱德·卓克斯尔爱德·特罗克塞尔是本书英文版的摄影实习生。

亚当姆·泽洛夫住在新泽西州中部，喜欢航海、野营、捕鸟和GPS寻宝游戏，当然还有制作。



中国的指南车

许多独具匠心的机构在发明时并没有考虑什么实际价值，这种纯粹为了兴趣而发明的现象在许多文化的早期都出现过。

» 古希腊经典的机械常常是玩具，只是用来让人赞叹或娱乐。亚历山大时期（公元10—公元70）的何洛制造了一个投币售卖机（用来卖圣洁的水）；当燃烧的贡品把祭坛下面的水加热后就会驱动一个非常巧妙的水动机构神秘的打开殿堂的大门；汽转球，这是一个在蒸汽的压力之下快速旋转的小引擎，就像是草坪上旋转的自动浇水装置。

以上这些发明相对于来自中国的神奇“指南车”来说都是相当简单的发明。指南车是一个由一匹马拉着的两轮战车，车上载着一个人的雕像。

雕像的手臂向前伸出，无论车轮怎么动手臂都指向南方。小车可以走曲线，圆圈或任何复杂路径，甚至向后走，但雕像始终是指向南方——当然地面必须是平的、等高的并且车轮不能打滑。

An Ancient Wonder

指南车传说是早在黄帝时期就发明了（公元前2634年），最早有历史记录的版本是由马均发明的（公元200—公元265）。

指南车的秘密是由车体遮住了的齿轮机构。两个轮子的转动速度差驱动齿轮进而带动人像在小车转向时以相反的方向转动相同角度。

简单地说，这个发明并不简单。实际上，历史告诉我们，这个封闭在车厢里面的秘密几经失传又重新被发明出来，每一次的发明者都得到了很多奖赏。

当指南车在重大的庆典上出现时，内部构造藏在人像下面的车厢里面。有的人认为车厢里面藏着一个人，一直根据磁性指南针的方向



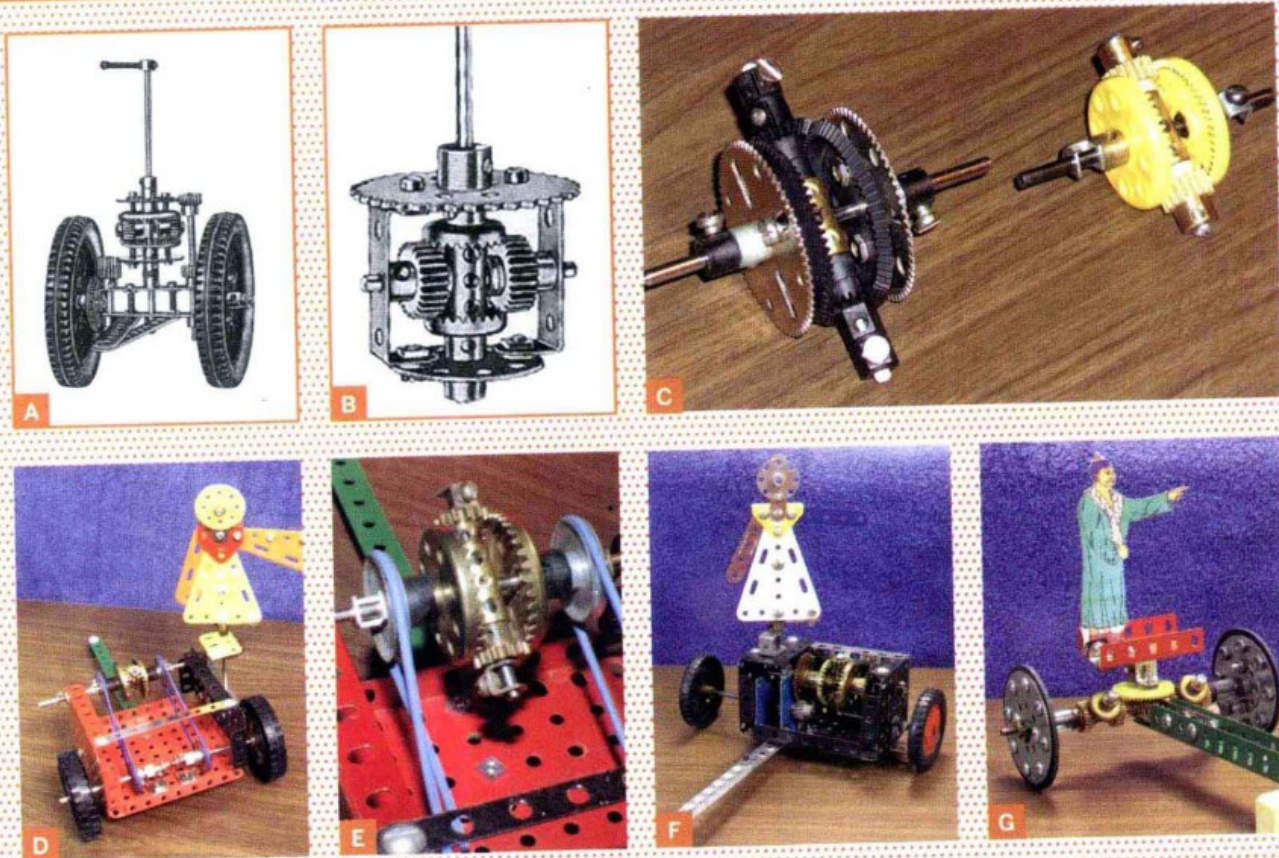
指南车的发明是为了好玩还是有用呢？这是在伦敦科技博物馆展出的中国指南车模型，由乔治·H·兰彻斯特制作

在转动人像指向南方。有的人甚至认为磁场很强足以调整人像的方向。

指南车是用来干什么的呢？可能只是庆典用的，用来给人们留下深刻的印象和一个难题，并娱乐观众。有的历史学家坚持认为指南车具有军事用途（像传说中描述的那样），比如在沙漠中的晚上或大雾时用来指向。基本上不可能是这样的，因为小车只能在硬的平整地面上（如阅兵场）移动。一个小土坑或小山就会严重影响指向的精度，而且还要保证车轮不能打滑。

传说中还提到有一个类似的“指南船”就更难让人相信了。因为指南车要求有一个平整、水平并且不会移动的地面才能正常工作。如果有这种指南船的话为什么不用指南针呢？因为中国在秦朝（公元前221—公元前206）已经发明了指南针这种对于航海更有实际意义和可靠的工具，而指南车并不可靠和好用。

指南车的机构中有4个齿轮，4个齿轮的布局就像是现代汽车的差速齿轮一样，只不过是反过来用的。另外，一个常规齿轮要连接到轮子带动的差动齿轮上，轮子驱动齿轮，齿轮再驱动人像转动。如果那时候的中国有某种动力



传统的指南车

图A 兰彻斯特设计的 Meccano模型，见《Meccano》杂志 1957年1月

图B 差速机构，来自《Meccano 标准机械》指导书，1934年，英国版本

图C 差速机构，用的是Eitech零件和斜齿轮（左）和带翼形齿轮和锥齿轮的Meccano零件

图D 我做的开放式指南车模型，用的Mechanism零件和手上的Erector零件

驱动的发动机，那时候就可能用差动轮来驱动轮子了。可见有时候一个聪明的点子会由于缺少其他技术的支持而得不到充分的应用。

做一个你自己的版本

听完了指南车的故事，甚至也看到了具体的结构，可能并不能使你相信指南车就能那样运行，你需要自己做一个来验证一下。

机械制作爱好者们做出了很多种指南车，从小到可以放到桌子上的模型大到用马拉动的全尺寸模型都有。回到用这种钢制的玩具装置来给初学者教授机械和物理学原理的年代，那种装置包括全套的图纸。而现在，在互联网上有许多网站都有这个模型的照片，常常还有制作指南车的完整的图纸，甚至还有零部件清单（见参考资料），你可以尽情参考。

指南车的核心部分是差速齿轮，由两个冕式齿轮和两个锥齿轮组成。还需要一个带三个固定螺丝的联轴器或其他用来固定两个正交轴

的零部件。

由于差速齿轮可以自由转动，轴可以用刚性连接。图C给出的是用的Meccano或Exacto的零部件（这可以说是能买到的最好的现成零部件）或Eitech零部件（公制标准），我还用了一个供应商提供的6号金属和尼龙垫圈，用作隔开这个机构的部件。

我做了几种指南车，为了写本文，我又做了一个更大的。这样可以把机械机构完全打开并对重要部件的细节进行拍照（见图D和E）。我这次的这个制作不好看，但是能正常工作。许多爱好者用的是Meccano的零部件做的这个指南车，我用的是手上现成的Erector的零件。

差速齿轮部分参考了兰彻斯特的设计，但我把它转了90°，其实我应该用正齿轮和小齿轮来把差速齿轮连到车轮的，但实际上我用的是4个滑轮和橡皮O型密封圈做的皮带来传动。一根皮带必须十字交叉以改变方向来驱动差速

轮（见图E）。（如果是用齿轮传动，可以用另外一个惰轮来完成反向功能。）由于这些皮带轮需围绕穿过他们的轴转动，我把皮带轮用短的橡皮管连到冕形齿轮上。

怀着对传统匠人的敬意，我在做这个模型时没有进行任何计算，完全是边制作边设计。做的过程中是一边测试一边验证差速轮直径并调整轮子间隙，一直到它们工作正常。

齿轮箱做好后只有两个地方可以调整，我一直在想：是否原始的发明者也是这样边做边设计的呢？还好我的数学不是太差，轮子的距离是14cm，轮子直径7cm，旋转角度比例是1/2。皮带轮直径相同，因此转动比例是1。

如果拽住一个轮子，只让另外一个轮子转动，你会发现差速机构上的小齿轮会在一个固定的冕式齿轮上运动，而另外一个转动的冕式齿轮会驱动这个小齿轮，这样转动比例会是2。差速机构的转动比例是R，人像下面的齿轮是逆向的，齿数比例是1/R，组合起来后是1。交叉的皮带会带动人像向相反的方向转动和小车一样的角度。另外，还要补偿掉皮带宽度带来的小误差。

在车轮上最好要套上橡皮圈来防止打滑，用合适尺寸的O型橡胶圈就可以。还需要考虑重量，重的轮子在光滑表面不容易打滑，在小车里面加点重物也能达到相同的效果。

哦，顺便说一下，为什么小人会指向南方而不是北方或其他方向？小人实际上指向的是你最初放置小车时指的方向。在中国的文化中，南方是太阳升到最高的地方，南方比北方更重要，因此也是地图上的参考方向。

其他设计

我做的第一个指南车用的是兰彻斯特设计的结构，采用Erector的零部件（见图F），这个结构的正交轴是固定在一起的。所有的轮子和齿轮必须自由的在轴上转动，用的是短的塑料管连接大齿轮和差速齿轮上的冕式齿轮。一个车轮的传动中用了一个惰轮来改变方向，惰轮安装在图中左边的两个平板上。

我做的第二个指南车用的是Meccano套件（见图G），制作时参考了在网上找到的写得

在中国的文化中，南方是太阳升到最高的地方，南方比北方更重要，因此也是地图上的参考方向。

非常好的制作指导书（叫做拉塔设计）。这本指导书要求齿轮尺寸非常精确，我最后订购了一些黄铜齿轮。很幸运，现在还有些地方能买零售的零件，甚至一个也卖。

你已经看到了这个指南车的各个细节，尽管原理相同，但齿轮和博物馆那个模型的齿轮却差异巨大。这个制作的模型人像完全同步，无需任何反向机构。轮子必须能独立转动，因此不能固定到轴上。拉塔模型只有一根连接轮子的长轴。要注意用重的轮子并在轮子上装橡皮防滑。

你可以在makezine.com/go/spc上看到我做的模型的三维图。我会非常高兴你把很有创意的指南车设计发给我：dsimanek@lhup.edu。

参考资料

- » 哈里·赛博的网站非常好，有很多不同的指南车模型图纸和制作指导，包括乐高模型制作。OdtS.de/southptr
- » 维基有关指南车的历史、传说和简单介绍。Makezine.com/go/chariot
- » 支架和齿轮一个可以为业余制造项目找到需要的零件的神话般的地方。Girdersandgears.com
- » Exacto零部件和Erector和Meccano的零件是兼容的，都有1/2英寸的孔间距。每个零件都按照英制标准制作的。Exactosystem.com

唐纳德·西马尼克是宾夕法尼亚州洛克哈文大学退休物理学教授。他撰写了很多有关科学、伪科学和幽默的文章：www.lhup.edu/~dsimanek。

1月	2月	3月
4月	5月	6月
7月	8月	9月
10月	11月	12月

制作爱好者日历

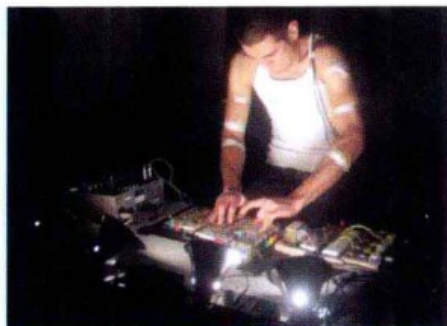
由威廉·格斯特拉汇总

我们喜欢的世界各地的
事件。

爱好节

2010年4月22~24日, 纽约市

这是一年一度庆祝电子DIY、硬件改装和电子音乐的
艺术节。艺术家们每年都汇集在一起用他们自己制作的
电子设备演奏音乐、传授制作技巧并展示以电子DIY和电子
音乐形式出现的艺术形态。bentfestival.org



» 2月

» 家庭科技节

2010年2月18~22日, 加利福尼亚
圣地亚哥

可以逛交互式的展出、了
解很酷的科技工作, 还有机会
向美国先进科学联合会的专家
们提问题并得到解答。

[Aas.org/meetings/2010/
program/fsd](http://Aas.org/meetings/2010/program/fsd)

» 3月

» 国家科学工程周

2010年3月12~21日, 英国

今年的主题是“地球”。
预计英国全国各地将有超过百
万人来参加这个历时10天的科
学、工程和技术活动。

britishscienceassociation.org

» 2010 绿色能源高级会议

2010年3月24~27日, 威斯康星密尔沃基

这个绿色高级会议议题
包括可再生能源展示、制作和
培训研讨会。主要的演讲人
包括有来自美国航空航天局
(NASA) 的科学家和几个国会
议员。

Renewableenergysummit.org



» 非洲科技节

2010年3月24~30日, 南非格雷厄姆斯敦

有68000人次在去年参加
了非洲科技节, 是非洲大陆最
大的类似节日。在整个一周的
节日中, 人们参观了500多个展
出、演讲、现场制作、知识之
旅和科技奇才榜。

Scifest.org.za

» 4月

» 断点

2010年4月2~4日, 德国丙基阿
姆莱茵

在断点盛会上会有什么
发生呢? 很简单: 组织者会搭
一个舞台, 邀请世界各地的程
序员、艺术家和音乐家进行比
赛, 观众会吃惊的看到电子设
备模拟出真人的声音。

Breakpoint.underground.net

« Sparkfun 自动汽车竞赛

2010年4月17日, 科罗拉多博尔德

电子奇才、机器人专家和
一些滑稽的爱好者制作一个自
动驾驶汽车来竞赛, 要求汽车
绕着Sparkfun公司的大楼转。
赢家会得到奖金。

Sparkfun.com

» 特伦顿计算机节

2010年4月24~25日, 新泽西州
特伦顿

在1975年, 世界上第一台
个人计算机——Altair 8080出现
了。紧接着第二年就出现了个
人计算机展览会。今年为了庆
祝第35届庆典, 会组织许多活
动如: 会议、竞赛、演讲、展
出和跳蚤市场。

Tcf-nj.org

» 来自美国华盛顿州西雅图市的莱恩·卡勒姆 (Len Cullum)

沟通与交流

莱恩·卡勒姆的工作室坐落于西雅图市北部，面积为1500平方英尺。工作室的墙上整齐地挂着一排排日式凿子、锯子和刨子。

在这座传闻曾是鲨鱼油精炼厂的建筑中，现年42岁的卡勒姆制作了一系列日式拉门、拉窗、庭院摆设和家具。

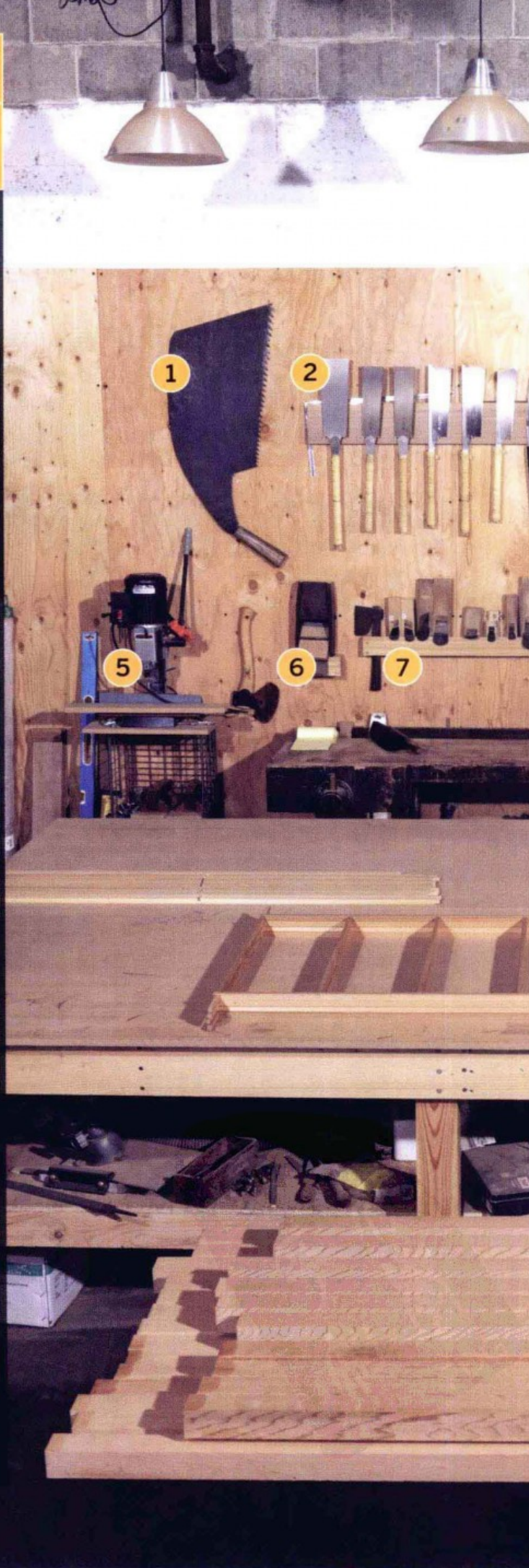
卡勒姆使用传统的细木工艺来制作这些物件，这项技艺不使用任何金属扣件来固定那些测量或切割不够精确的材料。因此，这种工艺非常讲究精准性以及制作者需要对木材特性有一定了解。美国罗氏红桧木是他最喜欢的木材。他说：“这种木头刨过后非常光滑，而且气味很好闻。”

他的人生哲学与工作非常契合，“我一直觉得生命很大一部分是有关沟通交流的。当两种思想或者两个人（或两块木材）之间建立沟通和交流时，重要的不仅仅是两者间的契合度，更是建立沟通和交流的方式，”卡勒姆沉思后说，“有些事物适合灵活自由的沟通方式，而有些事物从紧凑严谨的交流方式中受益，没有任何事物能在松散无序的沟通中幸存。”

尽管在进行大型木材切割时会使用电器，但他还是喜欢使用手工制作的工具追求更精致的细节。“手工制作的東西会给人心灵上的共鸣，”他说，“那些细小的不一致性，即使你无法意识到，也会给东西带来生命力。”

——劳拉·科克伦 (Laura Cochrane)

1. 古旧的日式粗木锯：用来切割厚木板
2. 手锯
3. 手推凿子：用来干轻活
4. 钳工凿、鹤颈凿、和日式拉门专用凿
5. 空心旋凿机：用于钻方形孔
6. 古老的中国式刨子：“能刨得像硬纸板一样薄”
7. 日式手拉刨：不用推而是用拉的
8. 日式锤子：配合凿子、刨子使用，或用来敲打结合处
9. 木工长凳
10. 帕克斯牌带锯机



摄影：约翰·基特利

» 更多信息请访问：shokunin-do.com

• 更多图片请访问：makezine.com/16/workshop





临时船桨

下面给大家介绍一个既快又好还不贵的船桨制作方法

» 做一个船桨费工又费力，买一个又要花很多钱，下面我给大家介绍一个既快又好还省钱的制作方法。

过去的夏威夷人用这个办法制作船桨，我在尼加拉瓜也看到用同样的方法制作的船桨，我也用这个方法制作了很多船桨，用起来相当不错。

制作船桨并不麻烦，在一块木板上钻2对孔，在孔上系上绳圈，然后把手柄穿过绳圈并系紧粘起来就可以了。

图A是Naish的碳纤维材料的船桨，零售价是399美元，旁边是我只用了一小时不花一分钱“复制”的，相信你也能自己做一把。

1. 描出一个你喜欢的叶片形状

在船桨工业里这一步流程叫做R&D，造型工都是这样做的，还很骄傲的开玩笑说这是“剪开和复制”。我把叶片形状摹在一张废纸上，刚好这张纸是2008火人节的地图。我把纸对折后按画的线剪下来，这样可以得到两个对称的桨叶图形。在桨叶的把手部位我加了一个突起，这样的突起可以防止绑好后的桨叶脱落。

我的扫描仪比桨叶小，因此把纸对折两下后扫描，每次只扫描了1/4。桨叶有9.5英寸长和18英寸宽。绳孔位于桨叶中部最宽的地方，直径为0.372英寸。你可以在makezine.com/21/heirloom下载模板并按合适的比例打印出来，然后就可以据此制作你的桨叶了。

2. 加工桨叶形状和钻孔

我用了激光切割机来切割5/16英寸厚的波罗的海白桦胶合板，这个板子是我买的Contex扫描仪的包装盒（见图B）。你也可以用任何能找到的胶合板。

我要送好多船桨给朋友，因此一次就做了一打。你可以用任何现成的工具来加工桨叶，我常常是用手锯和手钻，几乎和激光切割一样快，如果计算上用CAD绘图的时间，手工工具还更快点。

3. 锯手柄

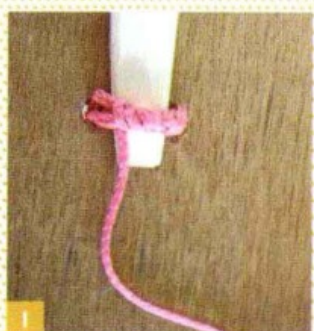
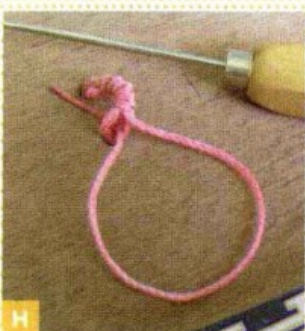
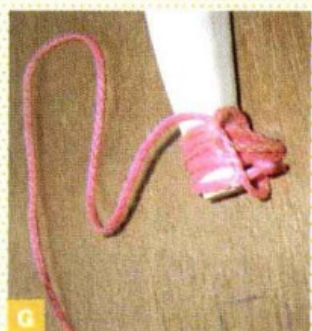
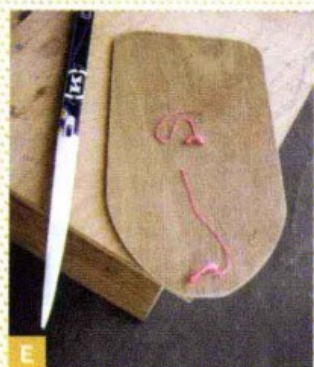
用曲棍球棒做独木舟的桨柄几乎是完美的做法，可以把两个曲棍球棒用榫头连接起来做一个标准的桨。我没有这么多曲棍球棒，因此我把挑出来的比较好的边角木料在台锯上劈开（见图C），劈开的意思是沿着木纹的方向开料。如果工作量大的话用电动工具会非常省力，如果用手锯制作可能要耗上一整天。

直径1.25英寸的软木桨柄刚好合适，1.5英寸有点大了，而1英寸又小了点并且对于这么长的柄来说有点软了。你可以实际试试那些现成的看起来摸起来感觉都不错的桨，感觉一下你的手适合多大的桨柄。Naish的桨柄直径是1.15英寸86英寸长。一个方形的桨柄可以比圆形的桨柄小点还会有相同的强度。你也可以在桨柄头上加一个T形把手，尽管过去的夏威夷人并不制作那样的，但你当然可以那样做。

4. 制作圆形桨柄

我用的是8边形画线器在棱边旁边画线，然后用角刨、平刨和辐刨把棱边刨圆。在刨的时候挺有趣的，你甚至可以边干活边聊天。如果很忙我会用倒装雕刻机装上圆角刀铣出圆形（见图D）。

用雕刻机铣圆时可以选择你想要的圆角刀半径，如果半径刚好是你想要的手柄厚度的一半，你就会铣出一个圆形的桨柄。我在慌乱时容易受伤，但今天一切都很顺利。木头上的红色不是我的血迹，应该是油漆。



5. 准备桨柄和桨叶

现在你已经有了一个桨柄和桨叶，把桨柄一端的边削成楔形。我用的是一根从毛伊岛柯赫的冰球馆捡来的坏曲棍球棒。我了解在明尼苏达长大的人肯定会认为曲棍球棒是最适合抓握的。不知道为什么没有看到过方形的独木舟桨柄，方形的划起来感觉非常棒。

这个桨叶是8.5英寸×18英寸的，有点大，看起来像是雪铲（见图E），后来我把这个大桨叶改成了一个外形更优美的小桨叶，可惜最后搞丢了。因此大家最好用尖笔（或激光）在所有的桨上刻一个归还地址。

6. 制作绳扣

方法1：像编辫子那样编绳扣：这种绳扣在巴厘岛很流行，编起来也是快得令人吃惊。把绳子在桨柄上绕两圈，第三圈呈之字形穿过

前两圈从而形成3线缠绕（见图F）。再次按相同方法直到一共有六圈绳子，每三圈缠绕在一起。接着把绳头缠紧使绳圈尺寸和桨柄紧密，然后把桨柄尾部从绳子下抽出。

方法2：半拉式鞭：这个方法简单易学好记（如果你很忙，可以用粗绳子而不必编织成辫子，如果把绳子浸泡一下油漆、清漆、浇水、环氧树脂或其他类似材料，即使编扎得很简单绳子也不会散开）。

把桨柄的尖部用作间隔来设定绳圈的大小，尽量让绳子填满桨叶的孔。这根绳子比较细，因此要缠7圈才合适。接着把最后半圈的绳头穿过所有的绳圈（见图G）并拉紧。这时的桨尾只是作为模板，不要把绳子缠得太紧，否则可能会拔不下来桨柄。

下面用绕半圆的方法把7圈都缠起来。我在有的地方看到这种绳结叫做“法式结”。用



一个尖东西把绳圈分开（见图H），然后把绳尾穿过去并拉紧（见图I）后绳环就完成了。

最后在桨叶柄的地方做另外一个大的绳环。计算一下绳环的尺寸，要使其和逐渐变细的桨柄匹配好，当把桨柄插入到绳环后会非常紧密。

7. 上油

上面完成后，我在桨叶和桨柄表面都涂上了亚麻籽油，绳圈也要涂上。

8. 把桨柄和桨叶连起来

如果把桨叶靠上的两个孔钻得有一定角度，这一步就很容易把桨柄插到绳圈中（见图J），然后用桨柄把绳圈扭过来对准桨叶中心，把桨柄的尾端插进下一个绳圈，插进绳圈后一定要敲打紧实（见图K），这样才不会在划桨的时候掉出来。

额外的做法：我在桨柄和桨叶之间还抹上了环氧树脂来增加强度（见图L）。在把桨柄插进绳圈之前我在结合面涂上混合了锯末的环氧树脂，在环氧树脂固化时我把桨叶的末端折得有点弯，桨在成型后会有轻微的曲线。

9. 修整桨

把绳子尾部多余部分剪掉，绳子这时不会散开。为了增加保护，我把没有抹上油的地方都用亚麻籽油又抹了一遍，当你要划船时可以把多余的亚麻油抹掉，然后，出发！这是亚麻油的另外一个好用途，还等什么呢？

10. 调整桨的长度

图M上的夏威夷人壁画中表现的是一个怎么使桨的尺寸刚好的方法。照片来自托米·霍姆斯的《夏威夷独木舟》。按图中那样双手握着桨并举过头顶，手肘呈90°，如果你做这个动作时桨显得短，那么桨确实是有点短了。

我用了另外一个不同的办法来调整站立式划船用的桨的长度尺寸：把桨立起来然后用手使劲往上去够到尽量高的地方，摸到的地方就是桨合适的长度，对我来说，桨是8英尺长。如果你有另外一个调整桨长度的方法，请务必分享出来。

蒂姆·安德森 (mit.edu/robot) 是Z公司的创始人，在instructables.com上可以找到他做过的一百多个制作项目。



尼加拉瓜式船桨

图中是尼加拉瓜湖中的以斯拉欧米特步岛上的尼加拉瓜独木舟和一对临时做的桨。桨柄通过钉子钉到桨叶上，穿过来的钉子要钉弯（折弯）。在图中绳子系着的桨叶中我看见了点其他东西：湖中会突然刮起每小时30英里的大风，渔民这时候需要用系了绳子的桨作为舵来控制船的方向



《爱上制作》的智力游戏（当你想查看答案时请访问：makezine.com/21/aha。）



蛋糕比赛

世界顶级厨师和他们的助手聚在一起来比赛，看谁能做出最漂亮最有创意的蛋糕装饰花。他们用自己的快速成型机打印了5个不同的花儿放在蛋糕上面：玫瑰、紫罗兰、百合、雏菊和郁金香。

厨师（怀利、罗科、沃尔夫冈、杰米和明）和他们的助手（雅克、贾斯珀、凯撒尔、朱利安和劳伦特）在快速成型机里面放上奶酪、甜面包、巧克力、花生黄油和饴糖。每个小组完成他们的创作各自用了不同的时间（30、35、45、50和55分钟，只有两位厨师被裁判评了大家都想要的三星，另外两个厨师得了两星，一位厨师得了一星。

哪位厨师和他的助手；花了多长时间；用了什么材料；创作了什么花以及得到了几星？

1. 明没有做甜面包郁金香。
2. 劳伦特花了35分钟但是得到的是两星
3. 得到三星的两个花一个是雏菊，另外一个是用花生黄油做的。
4. 玫瑰（不是用奶酪做的）是杰米做的（他不是凯撒尔的厨师）。
5. 贾斯珀没有做郁金香，但是他的花是用巧克力做的。
6. 一星花儿用了50分钟，不是威利做的。
7. 紫罗兰是用饴糖做的。
8. 沃尔夫冈（他不是和居里恩一组）花了55分钟得到了两星。
9. 罗科和雅克一起工作，花了30分钟以上。
10. 朱利安制作的是百合但没有得到两星。
11. 当5个蛋糕花放到裁判前面的桌子上时，下面的小组成员站在他们的作品后面：明在一个后面，花了45分钟的小组在另外一个后面，凯撒尔在另外一个后面，用了巧克力的厨师在另外一个后面，创作百合的作者剩下的一个后面。



本杰明·富兰克林的电实验

» 每一个美国小学生都知道两个故事：乔治·华盛顿砍樱桃树和本杰明·富兰克林在雷雨天气放风筝来证明闪电的电本质。这两个故事都是很不错的教育故事，但有点不同的是本杰明确实在雷雨天气放飞了他的风筝。

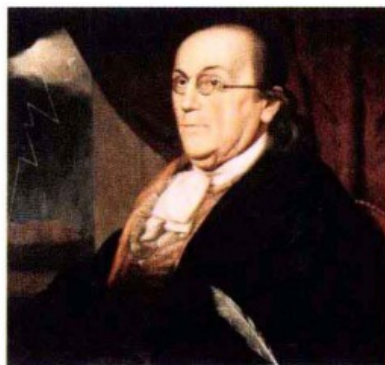
几乎没有人能像本杰明·富兰克林那样深远的影响人类的日常生活。除了政治和文学贡献外，他还是美国殖民时代最伟大的科学家。我们日常用来描绘和电相关的词汇几乎有一半都是富兰克林造出来的，如：正极、负极、充电、放电、电池、导体和电容器等。

风筝的故事是英国化学家约瑟夫·普里斯特利在1767年写的《电学的历史和现在进展》一书中讲述的。普里斯特利可能在他的书中对这个故事进行了修饰，即使实验的细节很模糊，整个实验的重要性还是毫无疑问的：富兰克林用钥匙和风筝在雷雨中做的传奇实验证明了许多著名人士质疑的假设：闪电是自然界的电。

在1752年的一天，费城上空乌云翻滚遮蔽了天空。富兰克林和他的儿子带着一个小棚子和一个用松木片做骨架、覆盖丝绸的风筝来到城市北边的一片开阔地，风筝上方立着一根用来吸引“电火”的尖金属丝。

在大风中，风筝很快就飞上天了，风筝线被拉得直直的。毫无疑问，富兰克林和他的儿子在小棚子中不耐烦地等待着，一直等到开始打雷。富兰克林很快就发现亚麻线做的风筝线上的细丝开始摆动，就像有了自己的意志一样站了起来，就像是谁故意焊接的一样。

风筝线的末端系着一把钥匙，富兰克林试着用手指关节去靠近钥匙，突然，电流从被打雷充上了电的钥匙经过他的身体流到地面时，他感受到了电击。



奠基人：

富兰克林（1706-1790）不仅点燃了美国革命的导火索，他还是个非凡的发明家和当年顶尖的电学家

风暴还在继续，雨点打湿了风筝线，流向富兰克林所在小棚子的电流变大了，富兰克林在小棚子里面用风筝线传过来的电给叫作莱顿瓶的新式基本型电容充电。

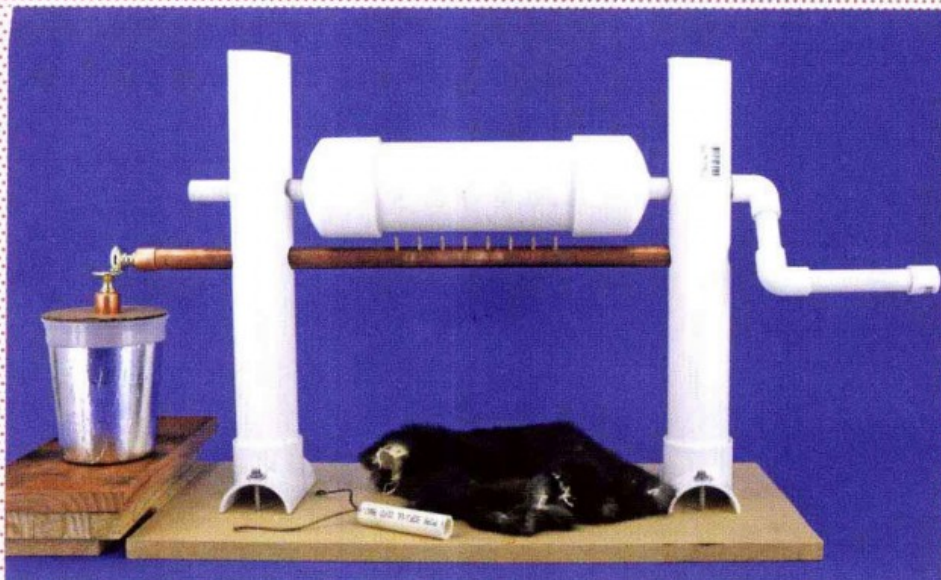
富兰克林把观察到的闪电现象应用到了实际中，他发明了避雷针。避雷针最有效地保护了经常遭雷击导致火灾破坏的教堂等高大建筑。

可是旧思维太僵化了，在富兰克林发明了避雷针后的10年中，就有121个敲钟人被雷击致死。牧师们相信打雷是魔鬼引起的，因此拒绝用避雷针而还是喜欢用传统的方法保护教堂：在打雷时敲响教堂的大钟。

富兰克林用来捕获闪电的莱顿瓶是由一片薄薄的绝缘片隔开的两片导体做成的简单电容器。这种电容是在富兰克林做实验的前几年偶然发明于荷兰的莱顿。

物理学家皮特·范·穆斯琴布洛克曾经试图用一根铜线来触碰一瓶充满水的广口瓶，当他刚刚同时碰到铜线和玻璃瓶时就被电击到了，浑身酸软。

这个难以置信的“莱顿瓶”像野火一样在科学界迅速流传开来。最后，这成为了用来储存电能的方法。



瓶中的闪电：
你可以用这个简单的静电发生器和莱顿瓶来复现富兰克林的电实验。这个实验的原理和富兰克林用风筝捕获电能的著名实验原理是一样的

实验者们试图用不同的方法来实现相同功能，从而改进莱顿瓶形成了今天在实验中常用的设备，也就是下面我们介绍的实验中所用的设备。

在18世纪的欧洲，曾经有一段时间几乎每个人都有一个莱顿瓶，他们喜欢用莱顿瓶电击自己或其他人来取乐或赚钱。被人叫作电学家的表演者从一个小镇到另外一个小镇巡回演示这个最新发现的控制和应用叫做电能现象的方法。

可能最伟大的电学家是法国牧师吉恩-安东尼·诺里特，他还是路易十五皇家法庭的成员。1746年，他布置了180名士兵手拉手站在王宫的一个大房间里面，他摇动静电发生器的手柄（不是下面要介绍的那种），然后让排头的士兵去摸一个铜球，当这位士兵刚一接触到铜球时，所有的180名士兵都被来自一个大的莱顿瓶的强烈的电流击倒了。诺里特接着在一排200名教士身上重复了这个实验，结果他们全都跳了起来，国王都被逗乐了。

你不用在雷雨天气里面放风筝就可以重复他的实验。下面要介绍的静电发生器是一个改进的拉姆斯登机器，这个机器利用在两个不同材料之间的摩擦来产生不同极性的电荷。一个“梳子”收集电荷并导向一个莱顿瓶存起来。

一旦你能得到瓶装闪电，做科学实验或娱乐的机会就像诺里特证明的那样，可以永不停止。

材料

拉姆斯登静电发生器：

2英寸×10英寸板子，2英尺长
2英寸PVC管，16英寸长（2根）用作立柱
2英寸PVC T型转接头（2个）用作立柱座
2英寸带垫圈六角头自攻螺钉（4个）
1/2英寸PVC管，20英寸长和5英寸长（2截），用来做转子和曲柄
1/2英寸PVC弯头（2个）用来做曲柄
1/2英寸PVC堵头，用来作曲柄
3英寸PVC管，10英寸长用作转子
3英寸PVC堵头（2个）用作转子帽
3/4英寸铜管堵头
抽屉铜把手（带安装螺钉）
#6×1.5英寸铜螺钉（8个）你可以用铝丝嵌成8针或更多针的梳子样
皮毛，如兔毛皮

莱顿瓶：

HPDE塑料管或带盖瓶子，你也可以用碳纤维板做盖子
铝带
几英寸带堵头的铜管
抽屉铜把手（带安装螺丝）
珠子式金属链条

拉姆斯登式静电发生器

你可以做一个你想要的任何尺寸的静电发生器，参考相关图片来研究各个部件之间的关系。

1. 切开两个T型转接头并用六角头自攻螺钉和垫圈固定到板子上。

2. 在每个3英寸PVC堵头中心钻一个13/16



警告：莱顿瓶在滚动中也会带电！千万不要把莱顿瓶随便乱扔，莱顿瓶不要做得太大，能装1夸脱的瓶就足够大了。

英寸的孔。

3. 在每根用作立柱的2英寸PVC管上钻两个7/8英寸的通孔，用来穿转子和安放铜管。

4. 把堵头安到3英寸管子上，把转子轴穿过堵头上的孔。

5. 在铜管上钻8个1/8英寸的孔，接着插进去8个铜螺钉，用螺钉把铜把手固定到铜帽上。

6. 把铜管和转子轴插到立柱的孔中。带铜把手的铜帽固定到铜管上。

7. 把立柱固定到它们的支架中并用胶水粘上，把曲柄零件装好，做成曲柄机构并用胶水粘上。

8. 转动铜管，使螺钉在3英寸PVC管转动时刚好碰到PVC管。

莱顿瓶

9. 用左图的方法制作莱顿瓶。用铝箔平整的铺在瓶子内外壁上，上部1英寸的地方不铺铝箔。穿过铜管钻一个孔，固定一个珠子式金属链条。

10. 把莱顿瓶上面的把手接触到铜管的把手，用一片毛皮紧紧的压住3英寸PVC管并快速的转动曲柄，当转动PVC管时，铜管开始收集电荷并存储到瓶子中。

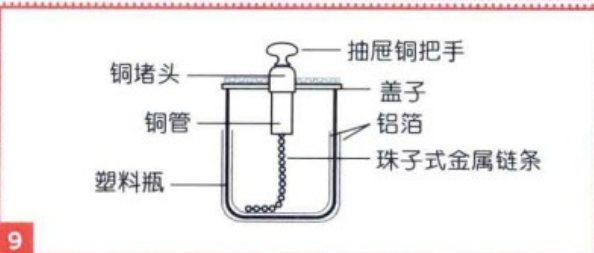
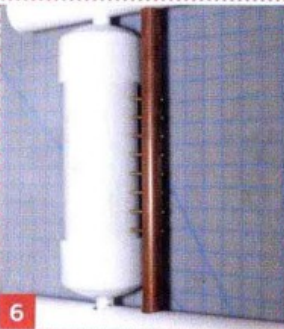
用你的手指触摸莱顿瓶的把手时会产生火花，如果火花比较大你会感觉到痛。用一截弯曲的导线同时碰把手和外壁会把电放掉。注意要用绝缘材料比如一截PVC管来抓住导线。

关于怎么制作这个项目的视频见：
makezine.com/go/electrostatic。

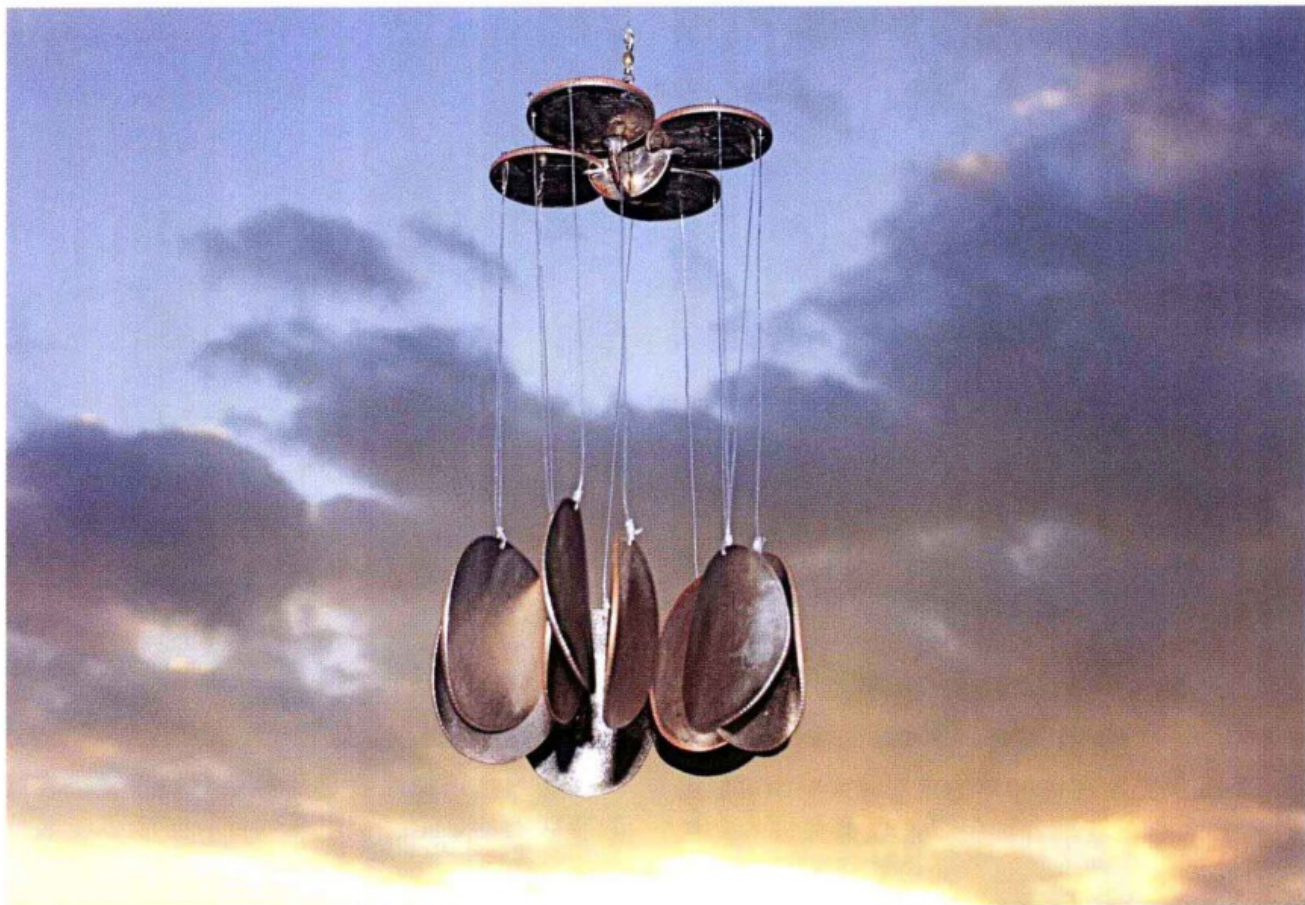
感谢明尼阿波利斯市巴肯博物馆的史蒂芬·沃尔维格提供建议。

威廉·加斯特拉是本书英文版的特约编辑。

摄影：爱德特·罗克 绘图：格里·阿林顿



有时候买的东西比直接用钱币来制作还贵



从网上购买风铃要
34.99美元

↑ 一毛硬币做的风铃只花了
4.20美元

我一直都很喜欢风铃，可能是因为小时候父母家的门廊上挂着一对风铃的缘故吧。风铃常常是用玻璃、贝壳或是金属管做成的。如果你有过一口袋两毛五硬币你肯定知道一样的硬币发出的声音不像风铃声音那样有乐感，但是把硬币捶扁后会发出不同的音调。

我用铁锤和铁匠用的铁砧把几个硬币捶扁试了试，声音还不错，可是捶硬币很难捶出合适的声音还很花时间。运气不错，我家旁边就有一条铁路，我在铁轨上依次排开了一打硬币，放那儿等列车驶来。

第二天我的12个硬币就被碾薄了，就像是精心切出来的土豆片一样。用钢锯片把另外4个两毛五和2个一毛的硬币仔细锯出槽，然后把它们嵌在一起，再用焊锡稍微焊了一下，最后用细的单股鱼线把硬币连起来，打结时用的是传统的扣眼绳结。

做这个制作只需要16个两毛五硬币和2个一毛硬币以及一列有100多节车厢的运煤火车，我想煤炭公司应该不会介意你用他们的火车来碾薄硬币，我把这当作煤炭的另外一个好处。当硬币在风中跳舞时你一定拒绝不了它的美妙声音。



■ 汤姆·汉克斯在1988年的电影《大》中可能得到了最大的一笔酬金，但是一位最关键的角色没有得到任何酬金。这个角色不是演员，而是一个9英尺高的街边机器，投入25美分硬币这个机器就可以满足你的一个愿望。

尽管左尔特·斯皮克斯可能是设计得最好的一个财富预告机器，但不幸的是它只是一个银幕上的角色。如果你是一个收藏家，非常想收藏一个从来不存在的奇幻收藏时可以自己做一个。我下面介绍的是在地下室里制作的一个复制品，没有在外面买任何东西。

这个花了一年时间完成的这个项目。在一开始时我是从DVD上截取的屏幕图片，通过把演员的身高作为参考来对截图进行放大。左尔特的头和半身是用泡沫雕刻的，用来装饰的部件是用木材加工的。

装饰硬币斜坡的图案和凸起的字母铸件是我用Adobe Illustration进行艺术加工后的，图案是用紫外线固化型树脂制作的。我用最初的装饰物制作出硅树脂模具然后用聚胺树脂制作出最终的部件。

机械部分和装饰片是自己制作的，用来把硬币瞄准左尔特嘴巴的手轮是买来的。

纺织物绝缘线我是用绝缘材料手工绕在硬的导线上的，这些旧电子物品、五金器、装饰首饰等在网上和旧货商店都可以找到。

仅有的现代物品是一个用来控制其他东西的BASIC Stamp 2单片机和一个改装了的MP3播放器，用来播放主题音乐和音效。

用户功能可以用前面的硬币释放按钮根据左尔特的眼睛闪烁表示的代码来配置。单片机和USB—串口连接器隐藏在一个可以独立拆掉的模块中，拆掉这个模块并不会影响机器的功能。

这个600磅的怪物能干什么呢？插进去一个25美分的硬币，弹进去后，音乐会自动开始播放，眼睛开始闪光，头也开始摆动。背光板上的灯会以预设的顺序闪烁，引导你用转动装置来把硬币瞄准左尔特的嘴巴，许下愿望并按下按钮来发射出硬币。

如果你运气好，硬币会掉进左尔特的嘴里，你会在下面得到机器给你的奖励卡片。卡片上写的是“你的愿望实现了”。在那时我的愿望相当合时宜：我需要更多的房间。

罗杰·赫斯是一个古怪的工程师、发明家、收藏家和爱狗人士，居住在明尼阿波利斯郊区。

附录 常用计量单位的转换

长度

1英寸 (in) = 2.54厘米 (cm)
1码 (yd) = 3英尺 (ft) = 36英寸
1英里 (mile) = 5 280英尺 (ft) = 1.609千米 (km)
1海里 (n mile) = 1.151 6英里 (mile)
= 1.852千米 (km)

面积

1平方公里 (km²) = 100公顷 (ha) = 247.1英亩 (acre) = 0.386平方英里 (mile²)
1平方米 (m²) = 10.764平方英尺 (ft²)
1平方英寸 (in²) = 6.452平方厘米 (cm²)
1公顷 (ha) = 10 000平方米 (m²)
= 2.471英亩 (acre)
1英亩 (acre) = 0.404 7公顷 (ha) = 4.047 × 10⁻³平方公里 (km²) = 4 047平方米 (m²)

体积

1美品脱 (pt) = 0.473升 (l)
1美夸脱 (qt) = 0.946升 (l)
1美加仑 (gal) = 3.785升 (l)
1桶 (bbl) = 0.159立方米 (m³) = 42美加仑 (gal)
1英亩·英尺 = 1 234立方米 (m³)
1立方英寸 (in³) = 16.387 1立方厘米 (cm³)
1英加仑 (gal) = 4.546升 (l)
1立方英尺 (ft³) = 0.028 3立方米 (m³)
= 28.317升 (liter)
1立方米 (m³) = 1 000升 (liter)
= 35.315立方英尺 (ft³)
= 6.29桶 (bbl)

质量

1磅 (lb) = 0.454千克 (kg)
1盎司 (oz) = 28.350克 (g)
1吨 (t) = 1 000千克 (kg) = 2 205磅 (lb)

力

1牛顿 (N) = 0.225磅力 (lbf) = 0.102千克力 (kgf)
1达因 (dyn) = 10⁻⁵牛顿 (N)

密度

1磅/立方英尺 (lb/ft³) = 16.02千克/立方米 (kg/m³)
1磅/英加仑 (lb/gal) = 99.776千克/立方米 (kg/m³)
1磅/立方英寸 (lb/in³) = 27 679.9千克/立方米 (kg/m³)
1磅/美加仑 (lb/gal) = 119.826千克/立方米 (kg/m³)
1磅/(石油)桶 (lb/bbl) = 2.853千克/立方米 (kg/m³)

温度

$K = 5/9 (°F + 459.67)$
 $K = °C + 273.15$

$n°C = (5/9 \cdot n + 32) °F$
 $n°F = [(n - 32) \times 5/9] °C$
 $1°F = 5/9°C$ (温度差)

压力

1巴 (bar) = 105帕 (Pa)
1毫米汞柱 (mmHg) = 133.322帕 (Pa)
1毫米水柱 (mmH₂O) = 9.806 65帕 (Pa)
1工程大气压 = 98.066 5千帕 (kPa)
1千帕 (kPa) = 0.145磅力/平方英寸 (psi)
= 0.010 2千克力/平方厘米 (kgf/cm²)
= 0.009 8大气压 (atm)
1物理大气压 (atm) = 101.325千帕 (kPa)
= 14.696磅/平方英寸 (psi)
= 1.033 3巴 (bar)

比热

1千卡/(千克·°C) [kcal/(kg·°C)]
= 1英热单位/(磅·°F) [Btu/(lb·°F)]
= 4 186.8焦耳/(千克·开尔文) [J/(kg·K)]

热功

1卡 (cal) = 4.186 8焦耳 (J)
1大卡 = 4 186.75焦耳 (J)
1千克力米 (kgf·m) = 9.806 65焦耳 (J)
1英热单位 (Btu) = 1 055.06焦耳 (J)
1千瓦小时 (kW·h) = 3.6 × 10⁶焦耳 (J)
1英尺磅力 (ft·lbf) = 1.355 82焦耳 (J)
1米制马力小时 (hp·h) = 2.647 79 × 10⁶焦耳 (J)
1英马力小时 (UKhp·h) = 2.684 52 × 10⁶焦耳 (J)
1焦耳 = 0.102 04千克力·米
= 2.778 × 10⁻⁷千瓦·小时
= 3.777 × 10⁻⁷公制马力/小时
= 3.723 × 10⁻⁷英制马力/小时
= 2.389 × 10⁻⁴千卡
= 9.48 × 10⁻⁴英热单位

功率

1英热单位/小时 (Btu/h) = 0.293 071瓦 (W)
1千克力·米/秒 (kgf·m/s) = 9.806 65瓦 (W)
1卡/秒 (cal/s) = 4.186 8瓦 (W)
1米制马力 (hp) = 735.499瓦 (W)

速度

1英里/小时 (mile/h) = 0.447 04米/秒 (m/s)
1英尺/秒 (ft/s) = 0.304 8米/秒 (m/s)

油气产量

1桶 (bbl) = 0.14吨 (t) (原油, 全球平均)
1吨 (t) = 7.3桶 (bbl) (原油, 全球平均)

O'Reilly Media, Inc.介绍

O'Reilly Media通过图书、杂志、在线服务、调查研究和会议等方式传播创新知识。自1978年开始，O'Reilly一直都是前沿发展的见证者和推动者。超级极客们正在开创着未来，而我们关注真正重要的技术趋势——通过放大那些“细微的信号”来刺激社会对新科技的应用。作为技术社区中活跃的参与者，O'Reilly的发展充满了对创新的倡导、创造和发扬光大。

O'Reilly为软件开发人员带来革命性的“动物书”；创建第一个商业网站（GNN）；组织了影响深远的开放源代码峰会，以至于开源软件运动以此命名；创立了Make杂志，从而成为DIY革命的主要先锋；公司一如既往地通过多种形式缔结信息与人的纽带。O'Reilly的会议和峰会集聚了众多超级极客和高瞻远瞩的商业领袖，共同描绘出开创新产业的革命性思想。作为技术人士获取信息的选择，O'Reilly现在还将先锋专家的知识传递给普通的计算机用户。无论是通过书籍出版，在线服务或者面授课程，每一项O'Reilly的产品都反映了公司不可动摇的理念——信息是激发创新的力量。

业界评论

“O'Reilly Radar博客有口皆碑。”

——Wired

“O'Reilly凭借一系列（真希望当初我也想到了）非凡想法建立了数百万美元的业务。”

——Business 2.0

“O'Reilly Conference是聚集关键思想领袖的绝对典范。”

——CRN

“一本O'Reilly的书就代表一个有用、有前途、需要学习的主题。”

——Irish Times

“Tim是位特立独行的商人，他不光放眼于最长远、最广阔的视野并且切实地按照Yogi Berra的建议去做了：‘如果你在路上遇到岔路口，走小路（岔路）。’回顾过去Tim似乎每一次都选择了小路，而且有几次都是一闪即逝的机会，尽管大路也不错。”

——Linux Journal

爱上制作 11

一切皆可制作

内容提要

《爱上制作11》是美国《Make》简体中文版系列丛书之一。本书包括各种日常生活中的创意手工制作项目，内容涉及电子、机械、工具、户外、家庭、音乐等方面。

本书语言深入浅出、通俗易懂，采用实物照片、插画和文字相结合的方式，把制作项目需要准备的材料、制作过程、如何使用等介绍得生动有趣，给读者以启迪，为DIY提供了丰富的素材。本书适合喜欢动手的各类DIY爱好者阅读，是制作爱好者开阔眼界、启发思维的宝典，也可作为高校和中学课外科技活动的参考手册。



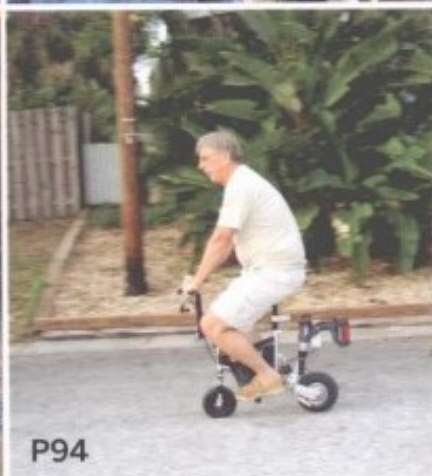
P6



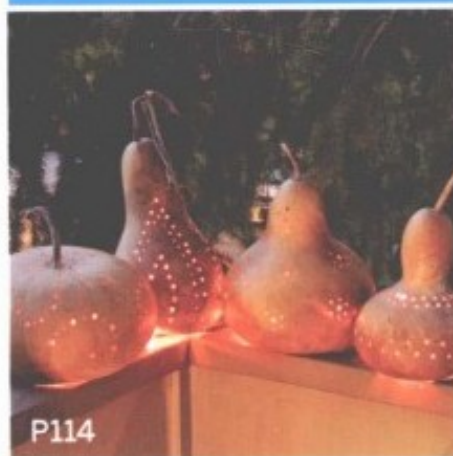
P28



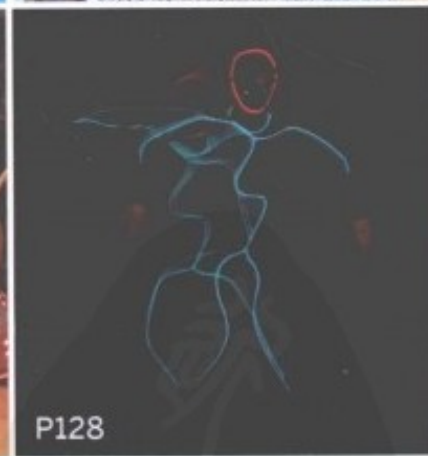
P52



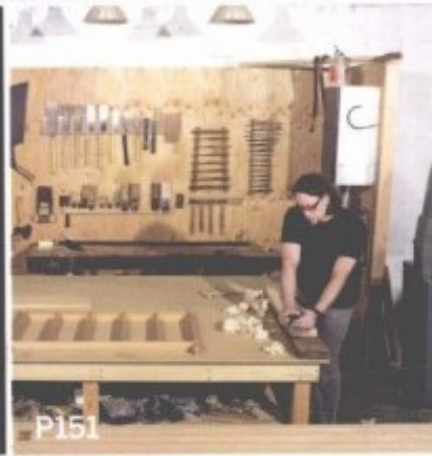
P94



P114



P128



P151

无线电
Radio.com.cn

封面设计:
Katie Wilson (英文版)
马冬燕 (中文版)

O'REILLY
www.oreilly.com

ISBN 978-7-115-25433-7

O'Reilly Media, Inc. 授权人民邮电出版社出版
此简体中文版仅限于中国大陆 (不包含中国香港、澳门特别行政区和
中国台湾地区) 销售发行

This Authorized Edition for sale only in the territory of
People's Republic of China (excluding Hong Kong, Macao
and Taiwan)

分类建议: 电子技术/手工制作/生活娱乐/科学普及
人民邮电出版社网址: www.ptpress.com.cn



9 787115 254337 >

ISBN 978-7-115-25433-7

定价: 35.00 元